00084332

BOMBAY BRANCH
OF THE
Royal Asiatic Society.

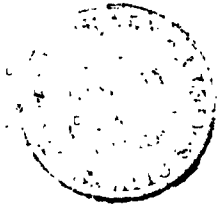
Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 28 September, 2015

PRÉCIS

DE LA

GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE.

T. II.



X - a - 15

PRÉCIS

DE LA

GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE,

OU

DESCRIPTION

DE TOUTES LES PARTIES DU MONDE,

SUR UN PLAN NOUVEAU,

D'APRÈS LES GRANDES DIVISIONS NATURELLES DU GLOBE;

Précédée de l'Histoire de la Géographie chez les Peuples anciens et modernes, et d'une Théorie générale de la Géographie Mathématique, Physique et Politique;

84332

Et accompagnée de Cartes, de Tableaux analytiques, synoptiques et élémentaires, et d'une Table alphabétique des noms de Lieux.

PAR M. MALTE-BRUN.

TOME SECOND.

THÉORIE GÉNÉRALE DE LA GÉOGRAPHIE.

A PARIS,

CHEZ Fr. BUISSON, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

RUE GILLES-COEUR, N° 10.

1810.

Fo 910
Mal/Pre
84332

PRÉCIS

DE LA

GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE.

LIVRE VINGT-TROISIÈME.

Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme un corps céleste, et dans ses rapports avec les autres corps célestes; des Longitudes et Latitudes.

Nous avons suivi, à travers les siècles, les progrès de la géographie; nous nous arrêtons pour retracer l'ensemble des connaissances actuelles. Les vérités générales précéderont les faits partiels; nous apprendrons à connaître notre planète comme un corps céleste, géométrique et physique, avant que d'étudier les diverses contrées qui en couvrent la surface.

L'astronomie exclue de ce traité.

C'est à l'astronomie qu'il appartient de nous montrer la terre, balancée par son propre poids dans l'immensité de l'espace, rouler, avec toutes les autres planètes autour de l'astre éclatant qui distribue à tous ces globes célestes leur portion de chaleur et de lumière. C'est à l'astronomie à calculer les lois qui gouvernent le *système solaire*, et à tracer les orbites de *Mercure*, perdu dans les rayons du soleil; de *Vénus* et de *Mars*, voisins de notre terre, mais qui n'ont point de *lune* ou satellite; de *Vesta*, *Junon*, *Cérès*, et *Pallas*, si étroitement unies; enfin, de *Jupiter*, de *Saturne* et d'*Uranus*, en-

tourés chacun d'un magnifique cortége de satellites ou planètes secondaires. C'est encore aux astronomes à nous démontrer que le volume du soleil est 1,384,462 fois plus grand que notre terre, que Jupiter surpasse notre planète 1,281 fois en volume, Saturne 995, et Uranus 80, tandis que toutes les autres lui sont inférieures (1).

Nous, qui ne sommes que géographes, nous devons nous interdire de profaner les hautes vérités d'une autre science en les dépouillant de l'appareil des démonstrations qui les mettent à l'abri des doutes; il doit nous suffire d'emprunter les notions astronomiques, nécessaires pour comprendre les termes qu'on emploie dans les cartes géographiques, et les méthodes dont on se sert pour construire ces représentations de notre globe.

Preuves de la rotondité de la terre.

La forme sphérique de la terre est le premier principe de toute géographie mathématique. Les preuves de cette vérité viennent elles-mêmes s'offrir aux sens (2). Les phénomènes du ciel l'annoncent; les apparences terrestres la font entrevoir. Commençons par ces dernières.

Preuves tirées des apparences terrestres.

Transportons-nous dans une vaste plaine de l'Arabie, ou sur la haute mer. Ici aucune montagne n'intercepte les objets que peut atteindre notre rayon visuel. Pourquoi donc ne voyons-nous pas les objets élevés se rapprocher ou s'éloigner de notre vue, en diminuant seulement de volume, sans cacher aucune partie de leur ensemble, comme cela devrait arriver, si nous nous trouvions sur le même plan horizontal avec eux? Pourquoi les tours, les vaisseaux, les montagnes, lorsque nous nous en éloignons, semblent-ils se plonger sous l'horizon, à commencer par leur base? Et pourquoi au contraire, lorsque nous nous

(1) Voyez à la suite de ce Livre le *tableau synoptique du système solaire*. Consultez: *Laplace*, Exposition du Système du monde. *Biot*, Astronomie physique. (2) *Varenius*, Géographie générale, revue par *J. Newton*, Liv. I., sect. II, chap. 3. *Maupertuis*, Elémens de géographie, ch. 2.

n approchons, ces objets se montrent-ils d'abord par le sommet, et ne découvrent-ils que successivement leur milieu et leur base? Ces phénomènes, que chacun est à portée d'observer, prouvent évidemment que toute plaine apparente sur la terre est une surface courbe. C'est la convexité de cette surface qui dérobe aux regards d'un spectateur, placé sur les bords de la mer, le corps d'un vaisseau dont il aperçoit les mâts et la voilure. Mais, dès qu'on sait que ces choses arrivent d'une manière uniforme, partout où nous allons sur la terre, vers l'orient ou vers l'occident, vers le nord comme vers le sud; dès qu'on s'aperçoit que cet ensemble de surfaces courbées n'est nulle part sensiblement interrompu, il est impossible de ne pas en tirer la conséquence que la surface totale de la terre est à peu près régulièrement courbée de tout côté, ou, en d'autres mots, qu'elle est un corps sphérique plus ou moins parfait.

Preuves tirées des apparences célestes.

Les premiers observateurs des astres eurent sans doute, dans leurs recherches, le but de trouver des guides sûrs dans les voyages auxquels les entraînait la curiosité ou le besoin. Ils remarquèrent que le soleil, leur premier guide, occupait, dans l'hémisphère céleste, une place opposite à certaines étoiles qui, chaque nuit, brillaient constamment au-dessus de leur tête, pendant que d'autres astres disparaissaient et revenaient tour à tour. Leurs regards se fixèrent sur l'*étoile polaire*; ils remarquèrent dans les cieux ce point qui, seul immobile, semble servir de pivot, ou, selon l'expression grecque, de *pôle* au mouvement apparent des globes célestes. Ils tracèrent une *ligne méridienne*, une ligne droite dans la direction du soleil à l'étoile polaire; et, toute imparfaite qu'a dû être cette première opération, elle leur suffisait pour marquer à peu près les quatre coins du monde. Maintenant, s'ils allaient vers le nord, ils voyaient l'étoile polaire prendre une position plus élevée dans les cieux. Allaient-ils vers le midi? cette étoile s'abaissait à vue d'œil, et d'autres, jusque-là invisibles, semblaient successive-

ment s'élever. Il était donc impossible que la ligne dans la direction de laquelle ils marchaient, fût droite tracée sur une plaine horizontale ; elle devait être une courbe, un arc de cercle auquel correspondait un autre arc de cercle apparent dans les cieux. Or, comme partout les mêmes changemens d'horizon avaient lieu, il était naturel de conclure que la terre était du moins circulairement courbée du sud au nord.

Ce fut sans doute d'après un semblable raisonnement que Leucippe, Anaximandre et d'autres anciens philosophes, s'étaient contentés de regarder la figure de la terre comme *cylindrique* (1).

Les observations astronomiques, en se multipliant, se perfectionnèrent. On calcula, par époques fixes, les mouvemens des corps célestes ; on détermina le retour périodique des éclipses. Dès-lors il devenait aisé de s'apercevoir que le soleil se lève plus tôt pour ceux qui habitent plus à l'orient, que pour ceux qui sont moins avancés vers ce côté ; car si l'on observe une éclipse de lune tant à Paris qu'à Vienne en Autriche, et que cette éclipse commence quand il est dix heures du soir à Paris, il sera près de onze heures à Vienne, quand on observera ce commencement ; ainsi le soleil a dû se lever plus tôt pour les Viennois que pour les Parisiens. Or, cela n'arriverait pas si la superficie de la terre n'était pas courbe d'orient en occident ; car alors le soleil commencerait dans le même instant à éclairer toutes les parties d'une même face de la terre plate.

Enfin, lorsque, par une suite d'observations, on se fut parfaitement convaincu que les éclipses de la lune sont causées par l'ombre conique du globe de la terre, on eut une confirmation complète de toutes les preuves précédentes en faveur de la rotondité de la terre ; et l'on vit en même temps que le globe terrestre n'était sujet à aucune grande irrégularité, puisque, dans toutes

(1) *Arist. de Cœlo*, lib. II, cap. 13.

positions possibles, l'ombre de la terre sur le disque de la lune se trouve terminée par un arc du cercle.

Confirmation par les voyages autour du monde.

De nombreux voyages faits autour du monde, ont enfin dû fermer la bouche à tous ceux qui s'obstinaient à regarder la terre comme une plaine ronde, ou comme un disque demi-sphérique. Les Magellan et les Drake allèrent de l'Europe toujours vers l'occident (en faisant seulement quelques détours pour doubler les terres avancées vers le sud), et sans quitter cette direction générale, ils revinrent toujours vers les parages d'où ils étaient partis. Sur une plaine circulaire on peut bien tourner en rond, mais en changeant constamment de direction. *Heemskerk*, en allant hiverner dans la Nouvelle-Zemble, confirma ce que les astronomes avaient conclu de la figure sphérique de la terre, savoir, que les jours et les nuits, vers les pôles, durent plusieurs mois. Enfin, *Cook*, en approchant autant que possible du cercle polaire du sud, a trouvé sa route toujours plus petite à mesure qu'il s'approchait de ce pôle, et nous a ainsi acquis la certitude que la terre s'arrondit vers le pôle du sud comme vers celui du nord.

Tant de preuves réunies et l'exactitude de tant d'observations astronomiques, qui toutes ont été faites et calculées dans la supposition de la sphéricité de notre terre, ne laissent plus lieu à des doutes raisonnables. Le respect pour l'Ecriture-Sainte qui, en parlant de la terre, emploie des figures oratoires, empruntées au langage vulgaire (1), ne doit plus nous engager à repousser une vérité physique, tout à fait étrangère aux vérités morales qu'enseigne la religion. En vain l'ignorance nous demanderait-elle comment la terre peut rester suspendue en l'air sans aucun appui. Levons nos yeux au ciel, et voyons tant d'autres globes qui roulent dans l'espace. La force qui les soutient nous est inconnue ; mais nous en

Préjugés contraires.

(1) *Psalm.* XXIV, 2. XXXVI, 6. Comp. *Lactant.* l. III, ch. 24. *Augustin.* de Civit. Dei XVI. 9.

voyons les effets ; nous calculons les lois d'après lesquelles ces effets ont lieu. Soyons donc sans inquiétude pour les *antipodes* ; c'est-à-dire les peuples de la terre dont les pieds sont tournés contre les nôtres ; il n'y a sur un globe ni haut ni bas ; les antipodes voient, comme nous, la terre sous leurs pieds, et les cieux sur leur tête.

Que gagnerions-nous à placer sous la terre une colonnade, gardée par *Atlas*, comme le veut Homère, ou neuf piliers, comme l'ont cru les Scandinaves (1), ou quatre éléphans, comme pensent les adorateurs de Brama ? Sur quoi reposeraient ces éléphans ou ces colonnes ? Il faut toujours que notre pensée s'arrête et recule épouvantée devant l'infini qui nous environne de toutes parts, et que la folie seule prétend comprendre.

Inégalité du globe.

Mais, diront des observateurs plus raisonnables, les hautes montagnes, les Andes, les Alpes, ne font-elles point visiblement de la terre un corps irrégulier, et rien moins que rond ? Nous répondons : La plus haute montagne connue, qui est le *Chimborasso*, dans le Pérou, s'élève à 19,302 pieds de France, ou environ 6,273 mètres au-dessus de la surface des mers. Cette hauteur n'est pas seulement $\frac{1}{6000}$ de la plus grande circonférence de la terre, ni $\frac{1}{1900}$ de son axe. Sur un globe artificiel, de 21 pieds en circonférence, ou de 6 $\frac{2}{3}$ de pied de diamètre, le Chimborasso ne pourrait être représenté que par un grain de sable, épais d'une *demi-ligne*. Des irrégularités tellement imperceptibles ne méritent donc point d'entrer en considération. Nous allons voir dans le Livre suivant que les véritables différences qui existent entre notre globe et une sphère parfaite, sont connues, mesurées et évaluées. Mais avant d'exposer ce résultat des observations modernes les plus savantes, il est nécessaire d'indiquer sommairement quelques-uns des rapports qui lient la terre aux autres corps célestes, et de montrer comment ces

(1) *Voluspâ*, stroph. 2.

cipes astronomiques engendrent les principes de la géographie mathématique (1).

La simple vue nous apprend que les étoiles dont la voûte nocturne du ciel est parsemée, semblent se mouvoir d'orient en occident, en décrivant des portions de cercle. Si on observe plus attentivement ce mouvement, il paraît se faire autour d'un point qui seul reste immobile; ce point a reçu le nom de *pôle*, c'est-à-dire pivot. L'étoile qui en est la plus voisine s'appelle *étoile polaire*. On conçoit que la voûte céleste s'offrant sous l'aspect d'une sphère, il doit y avoir dans la moitié qui est invisible pour nous, un autre point immobile, c'est le *pôle céleste austral;* celui que nous voyons est le *pôle céleste boréal*. La ligne imaginaire qui passe par ces deux points et par le centre du monde, se nomme l'*axe* du monde, d'un mot grec qui signifie *essieu*. Cette ligne passant à travers notre globe, en forme également l'axe et marque sur la surface de la terre deux points, correspondans aux pôles du ciel, et qu'on nomme les *pôles terrestres*. Celui qui répond à l'étoile polaire se nomme le *pôle septentrional*, ou le *pôle nord*, ou le *pôle arctique* (2); et l'opposé, le *pôle austral*, ou le *pôle sud*, ou le *pôle antarctique* (3). Pôles.

Le point de l'horizon qui répond au pôle nord, est le nord ou septentrion; du côté opposé se trouve le sud ou midi. Si nous concevons un cercle passant par ces deux points, et dont le plan soit perpendiculaire à l'horizon, il passera nécessairement par les pôles, et ce sera celui que les astronomes ont appelé le *méridien:* il partagera en deux parties égales l'hémisphère céleste visible, en sorte que les astres, au moment où ils se trouvent sur ce cercle, sont au milieu de leur course apparente; c'est le passage du soleil par le même cercle qui marque l'instant du midi. Horizon. Méridien.

La ligne qui joint le point nord de l'horizon avec celui du midi, se nomme la *méridienne*. Une ligne perpendicu-

(1) Comp. les Astronomies de *Lalande*, de *Biot*, etc. (2) Du mot grec Αρκτος, *l'Ourse*, constellation voisine du pôle nord. (3) Des mots grecs : αντι, contre, et αρκτος, l'ourse.

laire à la méridienne et qu'on imagine prolongée de part et d'autre jusqu'à l'horizon, détermine sur ce cercle deux points opposés, que l'on désigne sous les noms de *est* et *ouest*, ou *orient* et *occident*, ou *levant* et *couchant*.

Points cardinaux.

Les dernières dénominations rappellent que l'un de ces points est du côté où les astres paraissent commencer leur course journalière ou se lever, que l'autre est du côté où ils semblent se plonger au-dessous du même cercle ou se coucher.

On peut résumer ces définitions sur un globe artificiel ou au moyen de la figure I.

Le cercle NEMO représente l'horizon, au centre duquel l'observateur A est placé; les lettres *a*, *b*, *c*, et *d*, *e*, I indiquent les portions de cercle que paraissent décrire les astres autour du pôle céleste. Ceux dont la distance au pôle est moindre que l'arc PN, qui marque l'élévation du pôle nord au-dessus de l'horizon, paraissent décrire des cercles entiers, tels que *g*, *h*, *i*, *k*; le point N est le nord de l'horizon, M le midi, et MN désigne par conséquent la ligne méridienne; le demi-cercle MZN, dont le plan est supposé perpendiculaire sur celui de l'horizon NEMO, et qui passe par les points N et M, est le méridien céleste qui coupe, aux points *c* et *e*, les arcs *a*, *b*, *c*, et *d*, *e*, *i*, en deux parties égales.

Démonstration.

Le point E est l'orient de l'horizon, et le point O y marque l'occident; c'est de E vers O que les astres paraissent se mouvoir en passant au milieu de leur course par quelqu'un des points du cercle MZN.

La véritable cause de ces apparences est le mouvement par lequel la terre tourne autour de son axe d'occident en orient, dans l'espace de vingt-quatre heures. Nous allons en donner l'explication au moyen de la figure 2, qui représente le globe terrestre isolé; le point A est supposé le lieu de l'observateur, EMON son horizon, et la droite P*p* désigne l'axe autour duquel la terre exécute son mouvement de rotation.

On s'aperçoit facilement que l'horizon de l'observateur

...ant avec lui pendant la rotation du globe, doit s'avancer successivement vers les astres, qui sembleront marcher pour s'approcher de l'horizon; de même que les rivages semblent se mouvoir aux yeux d'un spectateur, placé sur un vaisseau qui vire de bord.

Le plan MZN du méridien, élevé sur la ligne méridienne NM, perpendiculairement au plan horizontal ENOM, tournant aussi avec ce dernier, se dirige successivement vers les mêmes astres, qui se trouvent alors au milieu de l'espace qu'ils semblent parcourir au-dessus de l'horizon. Quand le bord occidental de l'horizon est parvenu à un astre, cet astre paraît se coucher, et cesse ensuite d'être visible jusqu'à ce que le mouvement de la terre ait ramené sur lui le bord oriental de l'horizon.

Cette explication rend directement raison de l'apparition et de la disparition journalière des astres et notamment du soleil. Mais pour concevoir l'usage qu'on fait de ces apparences célestes en astronomie et en géographie, il faut remarquer que ces mouvemens ne se mesurent que par des *angles* sans aucun égard à la longueur absolue des distances. Par exemple, si l'astre π, *fig.* 2, se montre d'abord dans l'horizon sur le prolongement du rayon visuel AF, et ensuite sur celui du rayon AG, l'œil du spectateur ne mesure que l'espace angulaire FG; il détermine l'arc du cercle compris dans cet angle, et non pas la longueur du rayon. Cet arc, comme tout le cercle, se divise en *degrés*; chaque cercle, grand ou petit, en comprend 360, et chaque degré est divisé en 60 *minutes*, subdivisées à leur tour en 60 secondes.

Mesures angulaires.

Degrés, etc.

Il est donc facile de voir qu'on peut, sans erreur, substituer au plan horizontal tangent ENOM un plan parallèle mené par le centre de la terre; car lorsqu'un astre situé en I paraîtra dans l'horizon tangent au point A, un observateur qui serait placé au centre de la terre, voyant le même astre sur la ligne CI, le trouverait seulement élevé de l'angle I Cn, qui sera d'autant plus petit que l'astre est plus éloigné, ainsi qu'on le voit à l'égard de

Horizon rationnel.

celui qui est situé au point H. La distance des astres étant presqu'infinie, comparativement au demi-diamètre de la terre, qui sépare le lieu de l'observateur du centre du globe, cet angle devient insensible pour les étoiles fixes et très-petit pour les planètes.

Nous substituons donc sans erreur, la *figure* 3 à la précédente; nous prenons pour plan horizontal par rapport aux astres, le plan ENOM, mené par le centre de la terre parallèlement au plan qui la toucherait en A, ou ce qui est la même chose, perpendiculairement au rayon CA tiré de ce point au centre de la terre. Nous concevons de même le méridien céleste MZN prolongé indéfiniment autour du centre C de la terre, par lequel il passe nécessairement puisqu'il est mené par l'axe P*p*. Il détermine alors sur la surface terrestre un cercle PA*p*, qui passe par les pôles, qui est le *méridien* terrestre du lieu A, et qui l'est aussi de tous les points situés sur sa circonférence. L'horizon qui passe par le centre de la terre s'appelle l'*horizon rationnel*, pour le distinguer de celui qui est tangent à la surface, et qu'on nomme *horizon sensible*.

Zénith. Le point Z, qui répond dans le ciel perpendiculairement au-dessus de la tête de l'observateur, se nomme le *zénith*; la ligne droite qui passe par le zénith et le lieu de l'observateur, prolongée à travers le centre du globe, marque dans la partie opposite du ciel un autre point *z* que l'on appelle le *nadir*.

Nadir.

Verticale. La position de la droite ZAC, que l'on nomme la *verticale*, est indiquée sur la terre par la direction que prennent dans leur chute les corps graves, comme celle du plan horizontal l'est par la surface que présentent des eaux tranquilles d'une petite étendue, sur laquelle la verticale, ou la ligne qui marque un fil à plomb, se trouve perpendiculaire. La pesanteur tendant partout vers l'intérieur de la terre, agit en *a*, suivant la direction *za* opposé à ZA; les corps en ce lieu tombent donc encore vers la surface de la terre. Les hommes qui sont en *a* ayant leurs pieds opposés aux pieds de ceux qui se trouvent en A, sont les

nadirs de ces derniers. Le *zénith* des uns est le *nadir* des autres.

D'après la définition de l'horizon, on aperçoit sans peine qu'il doit changer de position par rapport aux astres lorsque l'observateur change spontanément de lieu. S'il se transporte par exemple de A en *a*, *fig.* 4, en allant directement du nord au midi, ou en suivant le méridien, le rayon visuel horizontal qui était NM deviendra *nm*, en sorte qu'un astre E placé sur le prolongement du premier rayon, paraîtra au lieu *A*, se trouvera élevé au-dessus de l'horizon *mn* d'un angle EC*m*, précisément égal à celui que forment les rayons CA et C*a* menés au centre de la terre. Car les angles ACM et *a*C*m* étant droits, si on en retranche l'angle commun MC*a*, il est évident que les angles MC*m* et *a*CA seront égaux.

Changemens de l'horizon.

Apparences célestes qui en résultent.

C'est ainsi que Possidonius, ayant remarqué qu'une étoile brillante désignée sous le nom de *Canopus*, paraissait à Rhodes dans l'horizon, tandis qu'elle se montrait, à Alexandrie en Egypte, élevée de la 48e partie du cercle ou de 7 degrés et demi, en conclut que Rhodes se trouvait éloignée d'Alexandre, dans le sens du méridien, de la 48e partie de ce cercle.

Il est vrai que le philosophe grec, ignorant que Rhodes et Alexandrie n'étaient point sous le même méridien, prétendit à tort avoir déterminé, par cette observation, la circonférence entière de la terre. Si même son résultat évalué en stades de 666 au degré se trouve juste (1), cette exactitude ne saurait être due à lui-même, puisqu'il comptait pour un arc de méridien, ce qui, dans le fait, n'en est point un. Mais son principe est vrai; c'est le même dont on se sert aujourd'hui pour parvenir aux déterminations les plus exactes. Il s'agit toujours de trouver, par les observations du même astre, dans quel rapport l'arc A*a* du méridien qui passe par les deux

(1) *Gosselin*, Géog. analys.

points d'observation, est avec la circonférence entière; on mesure ensuite la distance itinéraire de ces points.

Par cette observation, on établit le rapport d'un lieu *a* à un autre lieu A; mais pour déterminer d'une manière absolue la position de ces points, on a besoin d'un terme fixe de comparaison. A cette fin, on conçoit par le centre de la terre perpendiculairement à son axe de rotation, un plan qui détermine sur sa surface une circonférence GEF, *fig.* 3, dont tous les points sont à égale distance des pôles P et *p*, et qu'on nomme *équateur*. Lorsqu'on est placé sur ce cercle, les deux pôles sont dans l'horizon; mais à mesure qu'on s'en éloigne pour s'approcher de l'un des pôles, celui-ci s'élève tandis que l'autre s'abaisse. C'est ainsi que lorsqu'on est en *a*, *fig.* 4, le pôle P paraît élevé au-dessus de l'horizon de l'espace angulaire PC*n*; et quand on passe en A, cet angle augmenté de NC*n* devient PCN.

Equateur.

L'angle qui mesure la hauteur du pôle au-dessus d'un horizon quelconque, est égal à celui qui mesure la distance angulaire d'un lieu à l'équateur, comptée dans le sens du méridien. Car les angles ACN et GCP, *fig.* 5, étant droits, si on en retranche l'angle commun ACP, les restes ACG et NCP seront égaux. On voit aussi par la même figure, que la hauteur MCG à laquelle les points de l'équateur paraissent sur l'horizon, est le complément de l'angle ACG.

Hauteur du pôle.

Lors donc qu'on parviendra à déterminer dans un lieu quelconque la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, on connaîtra la distance angulaire de ce lieu à l'équateur, ou le nombre des degrés de l'arc du méridien intercepté entre ce lieu et l'équateur.

Distance des lieux terrestres de l'équateur.

Dans les lieux où l'un des pôles est élevé sur l'horizon, les étoiles dites *circompolaires*, c'est-à-dire celles qui ne se couchent point, fournissent immédiatement cette détermination. Comme elles paraissent décrire un cercle autour du pôle céleste, elles ne peuvent que s'en écarter également dans tous les sens; et comme elles passent

au méridien, pendant une révolution diurne de [illegible] semble avoir, une fois au-dessus du pôle et une fois au-dessous, l'on n'a qu'à mesurer leur angle d'élévation dans chacune de ces positions, et à prendre le milieu entre les deux résultats, pour connaître l'élévation du pôle.

En mesurant, par exemple, à Paris, pendant une longue nuit d'hiver, les deux hauteurs méridiennes de l'étoile polaire, on trouvera :

Lorsqu'elle passe au-dessus du pôle,	50° 37′	environ.
Lorsqu'elle passe au-dessous. . . .	47° 4′	
La somme étant.	97° 41′	
La moitié sera environ	48° 50′	

Ce qui est, à quelques secondes près, la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon de Paris, ou, si l'on veut, la distance de cette ville à l'équateur.

Distance des lieux d'après leurs méridiens.

Pour déterminer la position d'un lieu de la terre, il ne suffit pas d'en connaître la distance à l'équateur, parce que cette distance est commune à tous les lieux situés sur un cercle que tracerait à la surface du globe un plan parallèle à l'équateur, et passant par le lieu en question. Pour distinguer les lieux également distans de l'équateur, il faut connaître leur méridien qui est différent pour chacun d'eux; l'observation des mouvemens célestes en donne encore le moyen que nous allons indiquer. Les plans des divers méridiens PA*p*, PL*p*′, PM*p*, etc. *fig.* 6, se coupant tous dans l'axe P*p* et tournant sur cette ligne, répondent successivement à la même étoile; et entre le passage de deux méridiens quelconques par cette étoile, il doit s'écouler un temps qui est à la durée de la rotation entière, comme l'angle que font ces méridiens est au cercle entier; d'où il suit que si l'on pouvait mesurer le premier intervalle pour le comparer au second, on en conclurait l'angle que les deux méridiens proposés font entre eux. On y parviendrait si l'on pouvait indiquer par un signal visible en même temps dans

des lieux placés sous les deux méridiens, le moment où une étoile paraît sur l'un de ces méridiens. Car ayant marqué cet instant, une horloge bien réglée donnerait la mesure du temps qui s'écoulerait entre ce passage et celui de la même étoile sur l'autre méridien. Connaissant par ce moyen l'angle sur le méridien PL*p*, passant par le lieu L, fait avec le méridien PA*p*, passant par un lieu donné A, le lieu L sera entièrement déterminé, supposé qu'on ait déjà sa distance GL à l'équateur EGF, puisqu'il se trouvera, à l'intersection du parallèle LM, mené à cette distance, et du demi-cercle PLP.

Définitions de la latitude et de la longitude.

La distance d'un lieu à l'équateur, comptée sur le méridien, se nomme *latitude:* elle est *septentrionale* ou *nord* lorsque le lieu est placé entre le pôle de ce nom et l'équateur; elle est *méridionale* ou *sud* dans l'hémisphère opposé.

L'angle de deux méridiens, mesuré par les arcs de l'équateur ou d'un cercle parallèle, est la *différence en longitude* des lieux situés sous ces deux méridiens. Pour pouvoir compter ces différences d'une manière absolue, il faut convenir d'un *premier méridien*, dont le choix est arbitraire et a varié d'un siècle à l'autre, ainsi que nous le verrons dans un Livre suivant. La *longitude* absolue d'un lieu est donc l'angle que forme le méridien du lieu avec le premier méridien.

Nous venons de voir que la détermination de la longitude de deux lieux terrestres exige un signal visible en même temps de l'un et de l'autre lieu. Il est évident que, pour des lieux séparés par une distance tant soit peu considérable, les seuls signaux assez élevés doivent être cherchés parmi les astres. C'est en effet au moyen de ces corps célestes que le géographe détermine la position des lieux. Il faut donc qu'il prenne une idée de leurs mouvemens, et surtout de ceux du soleil et de la lune.

Mouvemens apparens du soleil.

Outre le mouvement diurne apparent qu'il partage avec tous les astres, le soleil, dans le cours d'une année,

semble changer de lieu de deux manières. D'abord il semble s'élever et s'abaisser alternativement vers l'un et l'autre pôle ou vers le nord et le midi. Ensuite, si on le compare aux astres, il paraît ou qu'il recule journellement vers l'orient, ou que les astres s'avancent dans le sens opposé; car les étoiles que l'on a vues d'abord se coucher après le soleil, semblent, le soir suivant, perdues dans les rayons du soleil couchant; quelques jours après, elles reparaissent à l'orient, et leurs levers précèdent de plus en plus celui de l'astre du jour. Enfin, après une année ou environ 365 jours, les étoiles et le soleil se retrouvent dans la même position.

La complication de ces mouvemens est encore surpassée par la confusion que présente la marche apparente des autres planètes; tantôt elles semblent entraînées par un tourbillon impétueux, tantôt elles paraissent devenir stationnaires ou même rétrogrades. L'impossibilité de concilier cette anarchie des cieux avec les principes les plus simples de la physique, engagea dans un labyrinthe d'hypothèses contradictoires les Ptolémée, les Tycho-Brahe et les autres partisans de l'immobilité de notre globe. Copernic débrouilla ce cahos, en supposant avec quelques anciens philosophes, qu'en même temps que la terre tournait sur son axe d'occident en orient, dans l'intervalle d'un jour, sa masse, emportée dans l'espace absolu d'orient en occident, faisait, dans un plan incliné à l'équateur, autour du soleil, une révolution entière dans l'intervalle d'une année. Hypothèse de Copernic.

Ce double mouvement que plusieurs esprits ont encore de la peine à concevoir, se présente cependant à nos yeux dans la *toupie*, avec laquelle les enfans s'amusent: tandis qu'elle tourne rapidement sur le morceau de fer qui la traverse, et qui forme son axe, elle décrit encore sur le sol des courbes très-variées, et qui dépendent de la manière dont elle a été lancée.

Passons à l'explication des mouvemens apparens du soleil, d'après l'hypothèse de Copernic. L'axe de la Mouvemens réels de la terre.

terre, incliné par rapport au plan dans lequel le centre de la terre exécute son mouvement autour du soleil, mais demeurant toujours parallèle à lui-même, présente alternativement, chacune de ses extrémités ou chacun de ses pôles vers le soleil. C'est ce que montre la *fig.* 7, où les lignes PP parallèles entre elles, représentent l'axe de la terre, S le centre du soleil, et ABCD la courbe elliptique décrite autour du soleil par la terre. Ce parallélisme fait que le pôle P, le plus rapproché du soleil lorsque la terre est en B, devient le plus éloigné quand la terre est en D, parce que dans la première situation, l'inclinaison de la partie BP de l'axe terrestre est dirigée en dedans de la courbe ABCD, tandis qu'au point D elle se trouve l'être en dehors. Il y a deux points intermédiaires A et C, dans lesquels l'axe P ne penche ni vers le soleil ni du côté opposé; et la ligne CSA qui joint le centre du soleil et celui de la terre dans ces deux positions opposées, est perpendiculaire sur l'axe P*p*. Dans tous les autres points de l'orbite ABCD, l'axe terrestre penchera nécessairement ou vers le soleil ou du côté opposé; et comme ce sont ces deux positions qui produisent les saisons, nous allons les considérer plus en détail.

Effets de diverses positions de la terre.

Examinons la position où le pôle P se trouve le plus rapproché du soleil, et qui est retracée dans la *figure* 8.

On voit d'abord que la surface terrestre se partage à chaque instant en deux parties, celle qui regarde le soleil étant éclairée, tandis que celle qui est du côté opposé reste obscure. La limite qui sépare ces deux parties est déterminée par le grand cercle IL*k*, mené perpendiculairement à la ligne SO, qui joint les centres du soleil et de la terre. Nous supposons les rayons du soleil parallèles à cette ligne, attendu que la grande distance du soleil et le petit diamètre de la terre rendent toute convergence ou divergence insensible. Il reste donc évident que le cercle IL*k'*, nommé *cercle d'illumination*, embrasse toute la surface que la terre présente au soleil. Cela posé, l'équateur ELF étant un grand cercle, se trouve partagé

en deux parties égales par le cercle d'illumination ; chacun de ses points parcourt la moitié de la circonférence dans la partie éclairée de la terre, et jouit par conséquent de la présence du soleil pendant la moitié du temps de la rotation de la terre. Tous les cercles que décrivent les différens points de l'arc PE, sont partagés de plus en plus inégalement par le cercle d'illumination, à mesure qu'ils se rapprochent du pôle; la plus grande des deux portions se trouve dans la partie éclairée, et la plus petite dans la partie obscure : pour tous ces points, la durée du jour surpasse donc de plus en plus celle de la nuit. Il n'y a même pas de nuit pour toute la région renfermée dans le cercle IK, décrit par le point I où passe le rayon solaire qui rase la terre le plus près du pôle P, parce que ce cercle est tout entier dans la partie éclairée.

Dans l'autre hémisphère EP'F, tout se passe en ordre inverse. La durée des nuits surpasse de plus en plus celle des jours, et la région polaire, se trouvant toute entière dans la partie obscure, n'a point de jour.

On voit encore, par la même figure, que tous les points du cercle tangent à la ligne SHG qui joint les centres du soleil et de la terre, viennent successivement recevoir les rayons perpendiculaires du soleil, tandis qu'en s'éloignant vers l'un ou l'autre pôle, on ne jouit plus que des rayons obliques. Il en suit que plus un lieu est voisin du cercle qui passe par GH, plus il voit le soleil s'élever sur son horizon.

Position de la terre aux équinoxes.

Quand la terre se trouve au point A ou C, *fig.* 7, le rayon solaire SA ou SC, dirigé vers le centre de la terre, est perpendiculaire à l'axe PF, et celui-ci tombe dans le plan du cercle d'illumination, qui partage alors en deux parties égales l'équateur et tous les cercles qui lui sont parallèles, en sorte que la partie éclairée en embrasse autant que la partie obscure. Alors la durée du jour se trouve égale à celle de la nuit pour tous les points de la surface terrestre. On nomme *équinoxes* les époques auxquelles le centre de la terre arrive à ces deux positions.

Comme le soleil est alors dans le plan de l'équateur, ce cercle prend aussi le nom de *ligne équinoxiale*, ou simplement de la *ligne*.

Saisons astronomiques.

Le temps que la terre emploie à aller du point A au point B, et pendant lequel le pôle P s'approche de plus en plus du soleil, est le printemps astronomique pour l'hémisphère EPF; le plan de l'équateur s'abaissant de plus en plus par rapport au soleil, cet astre paraît s'élever vers le pôle. Parvenu au point B, le demi-axe BP de la terre, ayant pris sa plus grande inclinaison possible vers le soleil, cet astre paraît alors le plus près du pôle P; c'est à ce point que commence l'été de l'hémisphère EPF. La situation de l'axe PF changeant très-peu pendant plusieurs jours, on a nommé ce point *solstice* d'été. C'est la position que nous avons examinée en détail d'après la figure 8; c'est l'été de nos régions. La terre étant arrivée au second équinoxe C, l'hémisphère dont nous nous occupons voit commencer l'automne. Alors le soleil, en paraissant s'abaisser, est revenu dans le plan de l'équateur. Après son passage par le point C, le demi-axe CP s'inclinant de plus en plus du côté opposé au soleil, cet astre continue de paraître s'abaisser au-dessous de l'équateur, jusqu'à ce que la terre soit en D, point où commence l'hiver de l'hémisphère EPF; l'axe demeurant aussi plusieurs jours presque dans la même situation, on a nommé ce point *solstice* d'hiver. La position de la terre à ce point peut être examinée en détail à l'aide de la figure 9, qui représente l'hiver de nos régions. La durée de cette saison est marquée par le temps que la terre emploie à revenir au point A. Pendant cet intervalle, le pôle P se rapproche du soleil, qui par conséquent semble remonter vers l'équateur, où il arrive quand la terre, se retrouvant au point A, vient d'achever sa révolution annuelle.

Il est facile de concevoir que dans l'hémisphère opposé, EpF, la succession des saisons doit suivre un ordre contraire, de sorte que le printemps de cet hé-

misphère répond à l'automne de l'autre, et ainsi de suite.

Remarquons encore que l'orbite de la terre, ABCD, figure 7, étant une ellipse ou cercle alongé dont le soleil occupe un des foyers, la terre emploie plus de jours à aller du point d'équinoxe du printemps A, par le solstice d'été B, au point d'équinoxe d'automne C, que pour décrire la partie de son orbite. Cette circonstance donne à l'hémisphère boréal que nous habitons, l'avantage d'un printemps et d'un été un peu plus longs que ceux dont jouissent les habitans de l'hémisphère opposé. Avantage de l'hémisphère boréal.

Les premiers astronomes, pour mieux calculer ce mouvement apparent du soleil, le rapportèrent aux *constellations* ou groupes d'étoiles fixes que cet astre paraît traverser successivement, et qui sont au nombre de douze. L'espace que le soleil parcourt dans une saison en embrasse trois. Voici leurs noms et les caractères dont on se sert pour les représenter : Le Zodiaque.

♈ *le Bélier*,	♉ *le Taureau*,	♊ *les Gémeaux*,
♋ *le Cancer*,	♌ *le Lion*,	♍ *la Vierge*,
♎ *la Balance*,	♏ *le Scorpion*,	♐ *le Sagittaire*,
♑ *le Capricorne*,	♒ *le Verseau*,	♓ *les Poissons*.

Les douze signes.

Ces images d'animaux que l'astronomie primitive avait transportées dans les cieux, firent donner à la bande qu'occupent ces constellations le nom de *Zodiaque* (1); chaque constellation s'appela un *signe*. Il est bon d'observer que par l'effet d'un mouvement particulier, mais très-lent de l'axe de la terre, les *constellations* ne répondent plus aux mêmes points de l'orbite terrestre, mais comme on a restreint le nom de *signes* aux douze divisions de la circonférence du cercle qui mesure la révolution entière de la terre, et comme ces divisions, dont chacune est de 30 degrés, ne changent point, l'équinoxe du printemps répond toujours au premier point du signe du bélier, le solstice d'été coïncide avec le premier point

(1) De ζωδιον, animal.

du cancer, l'équinoxe d'automne arrive au premier point de la balance, et le solstice d'hiver au premier point du capricorne, bien que les constellations ou groupes d'étoiles de mêmes noms aient cessé d'être en rapport avec ces saisons.

En paraissant s'approcher alternativement de chaque pôle, le soleil passe successivement au zénith de tous les points de la terre, compris entre les deux cercles GH et *gh* (*figures* 8 et 9), parallèles à l'équateur, et sur lesquels ses rayons tombent à plomb au solstice d'été ou à celui d'hiver. Ces limites où le soleil semble s'arrêter et revenir sur ses pas, portent le nom de *tropiques* (1); celui qui répond au solstice d'été est le *tropique du cancer*, et l'autre le *tropique du capricorne*.

Les tropiques.

Les cercles IK et *ik*, qui terminent vers chaque pôle la partie que le soleil éclaire, lorsqu'il est dans l'hémisphère opposé, ont reçu le nom de *cercles polaires*; l'un est *l'arctique* et l'autre *l'antarctique*.

Cercles polaires.

Les cercles polaires et les tropiques partagent la surface terrestre en cinq portions, qu'on nomme *zones*, c'est-à-dire bandes; celles qui sont renfermées dans chaque cercle polaire, étant privées du soleil une grande partie de l'année, ou n'en recevant jamais les rayons que très-obliquement, ont mérité le nom de *zones glaciales*. Deux autres zones comprises dans chaque hémisphère, entre le cercle polaire et le tropique, n'ont jamais le soleil à plomb, mais reçoivent ses rayons moins obliquement que les zones glaciales; ce sont les *zones tempérées*. Enfin la bande, circonscrite par les deux tropiques, dont chaque point passe deux fois sous le soleil dans l'année, et qui toujours reçoit les rayons de cet astre dans une direction peu oblique, a reçu la dénomination outrée de *zone torride*. Nous reviendrons ailleurs sur les qualités physiques de ces grandes régions du globe.

Zones terrestres.

Les anciens géographes ont établi une division de la

(1) De τροπη, retour.

terre en *climats*, fondés sur la durée du jour comparée à celle de la nuit, au solstice d'été. Les climats se comptent par différence de demi-heure jusqu'au cercle polaire, où les différences se succèdent plus rapidement; on les compte dès-lors par mois. Nous avons indiqué ces divisions dans une de nos *tables* (1). Climats mathématiques.

La diverse distribution des saisons, dans les hémisphères situés au nord et au sud de l'équateur, a fait donner aux habitans de la terre des dénominations qu'il faut connaître, parce qu'on les rencontre quelquefois dans les géographies d'une date ancienne. Les peuples qui sont placés, l'un au midi, l'autre au nord de l'équateur, mais sur le même méridien et à la même latitude dans chaque hémisphère, sont *antœciens* (2); ils comptent les mêmes heures aux mêmes instans, mais ils ont des saisons opposées. Ceux qui sont du même côté de l'équateur, mais placés sous des méridiens opposés, sont les *periœciens* (3): ils comptent au même instant des heures opposées, les uns ayant minuit quand les autres ont midi, mais étant du côté du même pôle, ils ont les mêmes saisons. Antéciens. Périéciens.

Les géographes anciens ont également établi une division des habitans de la terre, d'après la situation des ombres. Ils ont nommé *eterosciens* (4), ceux qui sont placés dans les zones tempérées, parce que leur ombre est toujours tournée vers le pôle; *perisciens* (5), ceux qui, habitant les zones glaciales et jouissant, dans un temps de l'année, de la présence du soleil pendant vingt-quatre heures et plus, voient cet astre tourner autour de leur horizon, et projeter leur ombre dans tous les sens; *amphisciens* ou *asciens* (6), les habitans de la zone torride, dont les ombres presque nulles à midi, sont alternativement tournées vers un pôle et vers l'autre. Eterosciens. Perisciens, etc.

En s'attachant à considérer les phénomènes locaux, les

(1) *Voyez* à la fin du volume, *Table des climats*. (2) De ἀντι, contre, et οικια, habitation. (3) De περι, autour, et οικια, habitation.
(4) De ετερος, divers, et σκια, ombre. (5) De περι, et σκια; voyez ci-dessus. (6) De αμφι, autour, ou de α, sans, et σκια.

géographes ont distingué trois situations de la *sphère*, c'est-à-dire, de l'ensemble des divers cercles que nous avons fait connaître et auxquels on rapporte la position des astres. Les habitans de l'équateur ont la *sphère droite*, parce que le plan de ce cercle passant par le zénith est, pour eux, perpendiculaire à l'horizon, et qu'en conséquence les astres, qui dans leur mouvement diurne paraissent décrire des parallèles à l'équateur, semblent monter et descendre à plomb par rapport à l'horizon. Depuis l'équateur jusqu'aux pôles, ce cercle coupant l'horizon obliquement, on a la *sphère oblique*, parce que la route diurne des astres est inclinée à l'horizon. Enfin, à l'un et à l'autre pôle, l'horizon est l'équateur même, et les astres paraissent se mouvoir parallèlement à ce cercle; ainsi un habitant du pôle, s'il y en avait, aurait la *sphère parallèle*.

Sphère droite, oblique et parallèle.

L'étendue des zones et des climats est déterminée par l'inclinaison de l'axe de la terre sur le plan de l'écliptique, et cette inclinaison se découvre en observant dans un même lieu la plus grande et la plus petite des hauteurs du soleil, lorsqu'il passe par le méridien au solstice d'été et à celui d'hiver. Car, puisque dans l'un et l'autre cas, le soleil s'écarte également de l'équateur de côté et d'autre, ce cercle doit couper le méridien à une hauteur moyenne, entre les deux hauteurs extrêmes du soleil, et la différence de celles-ci est le double de la quantité angulaire dont le soleil s'élève et s'abaisse par rapport à l'équateur; on déterminera donc à la fois cette quantité, et la position de l'équateur sur l'horizon, d'où l'on conclura la latitude du lieu des observations.

A Paris, par exemple, le soleil s'élève au solstice d'été à 64° 38' au-dessus de l'horizon, et seulement à 17° 42' au solstice d'hiver. La somme de ces hauteurs est 82° 20', dont la moitié est 41° 10'. C'est la hauteur de l'équateur sur l'horizon de Paris; et prenant le complément de cet arc à 90°, on trouve que la distance de l'équateur au zénith, ou la latitude de Paris, est de 48° 50'.

En retranchant l'une de ces hauteurs du soleil, de

l'autre, on trouve une différence de 46° 56', dont la moitié, valant 23° 28', donne l'arc dont le soleil s'écarte de l'équateur vers l'un et l'autre pôles. Cet arc mesure l'angle que font entr'eux les plans de l'équateur et de l'écliptique.

C'est ce qu'on nomme *l'obliquité de l'écliptique*. Elle n'est pas invariable; les observations et le calcul des forces qui produisent les mouvemens des planètes, ont prouvé que l'inclinaison de l'équateur terrestre par rapport à l'écliptique, reçoit une diminution d'environ 52", par siècle, jusqu'à ce qu'elle parvienne à un terme qui n'est pas encore bien déterminé, passé lequel elle recommencera à croître (1). Les zones terrestres varient donc en proportion de ce changement. En nous tenant au terme moyen actuel de l'obliquité de l'écliptique, nous trouvons que si l'on partageait la surface de la terre en 10,000 parties égales, la zone torride en occuperait 3,982, tandis que les deux tempérées en rempliraient 5,191, et les deux glaciales 827. Obliquité de l'écliptique.

Les deux mouvemens combinés de la terre produisent, dans la fixation du temps, une différence qui influe sur les méthodes d'après lesquelles on détermine les positions géographiques. On distingue plusieurs espèces de *jours* et d'*années*.

L'année tropique ou *solaire* est l'intervalle qui s'écoule entre le passage du soleil à l'un des équinoxes, et son retour au même point; elle comprend 365 jours moyens 5 heures 48' 50". Année tropique.

La position des équinoxes, sur le plan de l'écliptique, dépendant de la situation de l'axe terrestre, change par rapport aux étoiles, en vertu d'un petit mouvement particulier de cet axe, en sorte que les points équinoxiaux rétrogradent d'environ 50" par an, par rapport aux étoiles qui paraissent en conséquence s'avancer de cette quantité dans le sens de l'écliptique; et cette circonstance ou la *précession des équinoxes* alonge un peu la révolution an-

(1) *Laplace*, Système du monde, p. 11 et 197.

Année sidérale. nuelle par laquelle la terre revient à la même position à l'égard des étoiles. Elle se nomme *année sidérale*, et dure 365 jours 6 heures 9' 12".

Jour moyen. La durée du jour astronomique *moyen*, divisé en vingt-quatre heures, est marquée par l'intervalle qui s'écoule entre deux passages consécutifs du soleil par le méridien du même lieu; en supposant le mouvement apparent du soleil d'une vitesse uniforme. Mais notre terre n'emploie pas tout à fait vingt-quatre heures dans sa rotation, parce que dans cet espace de temps, elle parcourt, en outre, pour ramener le même méridien au soleil, un espace angulaire égal à celui que son mouvement annuel, qui est en sens contraire de son mouvement diurne, lui a fait décrire autour du soleil; en sorte que l'intervalle entre deux passages d'une étoile fixe au même méridien, qui mesure la véritable durée de la rotation terrestre ou du *jour sidéral*, n'est que de 23 heures 56' 4". Par cette différence, les étoiles paraissent gagner chaque jour sur le soleil environ 4' de temps dans leur passage au méridien.

Jour sidéral.

Jour solaire. Ainsi, quoique la durée de la rotation de la terre soit uniforme dans tous les temps, le jour *solaire* ne l'est pas, parce qu'il se compose, comme on vient de le dire, du temps de la rotation de la terre, et de celui qu'elle emploie à décrire autour de son axe, l'angle qui compense la quantité dont elle a tourné autour du soleil par l'effet de son mouvement annuel; or, ce dernier mouvement, qui ne s'effectue pas dans un cercle, mais dans une ellipse dont le soleil occupe le foyer, n'est pas d'une vitesse uniforme. Le concours de ces circonstances fait que la durée des jours solaires, comparée à celle de la rotation de la terre, est tantôt moindre et tantôt plus grande que vingt-quatre heures; et la série de ces différences forme ce qu'on appelle l'*équation du temps*, ou la quantité qu'il faut dans certaines saisons ajouter, et dans d'autres soustraire à l'heure indiquée par les horloges réglées sur le soleil et marquant le *temps vrai*, si l'on veut en conclure

le *temps moyen* ou astronomique. Or, c'est au temps moyen que se rapportent les tables astronomiques à l'aide desquelles on calcule les mouvemens des astres, et, par eux, les positions géographiques.

Temps moyen ou astronomique.

Nous avons considéré la terre en rapport avec le soleil ; mais elle l'est encore très-directement avec la *lune*, qui, en tournant autour d'elle, l'accompagne dans sa révolution autour du soleil. La lune emploie 27 jours 7 heures 43' 11" à accomplir, d'occident en orient, sa révolution autour de la terre par rapport aux points équinoxiaux ; mais quand on la compare au soleil, qui pendant ce temps paraît s'avancer dans le même sens, elle emploie 29 jours 12 heures 44' 3" à parcourir la circonférence entière du ciel, plus le chemin fait par le soleil en apparence ou en réalité par la terre. Telle est la *révolution synodique*, ou le mois lunaire, qui commence au moment où la lune se trouve directement entre le soleil et la terre, ce qu'on nomme *en conjonction*. Cet aspect est représenté dans la figure 10, où S désigne le soleil, T la terre et L la lune.

Mouvement de la lune. Mois.

Pendant cette révolution, la lune prend, à l'égard du soleil, plusieurs situations, desquelles résultent les aspects ou *phases*. En effet, la lune étant un corps opaque, comme toutes les planètes, ne peut être aperçue qu'autant qu'elle renvoie sur la terre les rayons lumineux qu'elle reçoit du soleil ; elle ne devient donc visible pour nous que lorsqu'après avoir passé le point N, elle commence à tourner vers la terre une portion ou segment de son disque éclairé, qui s'agrandit à mesure qu'elle s'éloigne du soleil pour passer du côté opposé en O. La terre se trouvant alors entre ces deux astres, on voit en entier l'hémisphère éclairé de la lune qui, dans cet état, est pleine et en *opposition* avec le soleil.

Phases de la lune.

La conjonction et l'opposition de la lune par rapport au soleil, ou la nouvelle et la pleine lune, sont les *syzigies*. Quand la lune est éloignée du soleil d'un quart de circonférence, comme en P et D, elle est en *qua-*

drature. On n'aperçoit que la moitié de son hémisphère éclairé. C'est le premier ou le dernier quartier, selon que son bord arrondi est tourné à l'occident ou à l'orient.

On pourrait être tenté de croire que la lune devrait toujours, lorsqu'elle est en conjonction avec le soleil, nous cacher en tout, ou au moins en partie, le disque de cet astre; et lorsqu'elle est en opposition, se trouver dans l'ombre que la terre porte derrière elle, et cessant d'être éclairée par le soleil, devenir invisible, de sorte qu'il y aurait, dans le premier cas, *éclipse de soleil*, et dans le second, *éclipse de lune*. Ces phénomènes arrivent en effet souvent dans les circonstances que nous venons d'indiquer; mais ils n'ont pas lieu à toutes les nouvelles et pleines lunes, parce que l'orbite décrite par la lune autour de la terre n'étant pas dans le même plan que celle de la terre autour du soleil, il arrive le plus souvent que dans la conjonction la lune se trouve un peu au-dessous ou au-dessus du soleil, et dans l'opposition un peu au-dessus ou au-dessous de l'ombre de la terre; les éclipses du soleil ou de la lune n'ont lieu que lorsque la conjonction ou l'opposition se fait dans le voisinage des points, nommés les *nœuds*, où l'orbite de la lune coupe l'écliptique. On comprendra mieux ces particularités en comparant la *figure* 10, qui représente en *plan géométral*, les orbites de la terre et de la lune, et la *fig.* 11, qui montre le *coupe* ou *profil*, suivant la ligne ST. Cette ligne ST désigne le plan de l'écliptique, et *Ll* celui de l'orbite lunaire. L'examen de cette figure suffit, sans aucune explication, pour voir quand il peut y avoir éclipse ou non. Mais le détail de ces circonstances et le calcul des éclipses appartiennent à l'astronomie, et nous ne devons en parler ici que pour faire connaître en quoi l'observation de ces phénomènes sert à fixer la longitude d'un lieu de la terre.

Éclipses du soleil et de la lune.

Nous savons que la détermination d'une longitude revient à celle de l'heure que l'on compte au même instant

en deux points différens, par l'observation d'un signal instantané qui puisse être aperçu dans ces deux points.

Les éclipses de lune remplissent ce but; car un point donné du disque lunaire se plonge dans l'ombre de la terre au même instant pour tous les lieux où cet astre est visible; et les taches dont son disque est parsemé donnent le moyen de faire plusieurs observations dans la même éclipse, en marquant avec soin le temps de la disparition de chaque tache, à son entrée dans l'ombre ou l'*immersion*, et celui de la sortie de l'ombre ou l'*émersion*. Si les mêmes observations ont été faites dans un lieu dont la position soit connue, la différence entre les temps déterminés dans chaque lieu par la même circonstance, donne la différence des longitudes. Si tous les résultats obtenus ne se rapportent pas exactement, on prend ordinairement un milieu entre toutes les observations, mais il vaut beaucoup mieux examiner en détail les circonstances qui ont accompagné chaque observation, apprécier d'après ces données la bonté relative de chacune d'elles, et ne comparer que celles qui sont à l'abri de tout soupçon d'inexactitude (1). Longitudes par les éclipses de la lune.

Il n'est pas absolument nécessaire d'avoir des observations correspondantes à celles qu'on a faites dans le lieu dont on veut connaître la longitude. Les almanachs astronomiques, tels que la *Connaissance des temps* des Français, le *Nautical almanach* des Anglais, ou le Calendrier *du Navigateur* des Danois, offrent des calculs d'éclipses faits d'avance pour un point connu.

C'est ainsi que l'éclipse de lune du 30 juin 1787, observée par l'astronome Beauchamp, à *Casbin*, place située dans le voisinage de la mer Caspienne, a servi à M. de Lalande à déterminer la longitude de ce lieu. La fin de l'éclipse ou la sortie totale du disque lunaire de l'ombre de la terre, ayant eu lieu pour *Casbin* à 7 heures 45' 30"

(1) *Eurg*, dans *Zach*, Correspondance astronomique, IV. 629. *Oltmanns*, Recherches sur la géographie du nouveau Continent; *passim*.

temps vrai, et le calcul donnant pour Paris 4 heures 6' 38", la différence qui est de 3 heures 8' 52", répond à la différence des méridiens de Paris et de *Casbin*. Si on la convertit en degrés à raison de 15 pour une heure, ce qui donne 15 minutes de degré pour une minute de temps, et 15 secondes de degré pour une seconde de temps, on trouvera pour 3 heures 8' 52" en temps, la somme de 45° 13' en arc. Telle est, par rapport au méridien de Paris, la longitude de Casbin, résultante de l'observation ci-dessus. Mais les éclipses de la lune offrent un grand inconvénient: c'est la difficulté qu'on éprouve à observer avec précision l'instant où la lune entre dans l'ombre; on ne saurait donc répondre de quelques secondes de temps dans la détermination des phases d'une éclipse de lune, et 4" de temps font déjà une minute de degré.

Nos lecteurs doivent déjà avoir fait la réflexion que si, parmi les planètes, qui décrivent toutes comme la terre une orbite autour du soleil, il y en a qui soient environnées de satellites, ces corps se trouvant dans des circonstances semblables à celles qui produisent les éclipses de lune, se plongeront dans l'ombre de leur planète; et si l'on peut observer leur disparition et leur apparition dans plusieurs lieux à la fois, on en fera pour la détermination des longitudes, le même usage que des éclipses de lune. C'est ainsi que la géographie astronomique tire un parti important de l'observation des éclipses des quatre satellites qui accompagnent *Jupiter*, planète remarquable par sa grandeur et par l'éclat de la lumière qu'elle nous réfléchit. Il y en a bien deux autres planètes, Saturne et Uranus, auxquelles on a reconnu des satellites; mais leur petitesse et leur éloignement ne les rendant perceptibles qu'au moyen des plus grandes lunettes ou des plus forts télescopes, l'observation de leurs éclipses est à peu près impraticable. Les satellites même de Jupiter ne sont pas tous également propres à l'usage des observateurs; car ici, comme dans les éclipses de la lune, le moment précis de l'immersion et de l'émersion est toujours un peu incer-

Longitudes par les satellites de Jupiter.

fain ; surtout pour le second et troisième satellite (1). L'utilité dont les satellites de Jupiter peuvent néanmoins être, a engagé les astronomes à dresser des tables pour prédire *leurs immersions*, afin que l'on puisse, comme dans les éclipses de lune, se passer des observations correspondantes (2).

Les éclipses du soleil s'emploient aussi à la détermination des longitudes ; mais le calcul n'est pas aussi simple que pour les éclipses de lune ; il ne peut guère être fait que par ceux qui sont très-versés dans l'astronomie ; M. de Lalande, en s'en occupant avec soin, a par leurs secours rectifié les positions d'un grand nombre de lieux importans. La difficulté du calcul naît de ce que la situation relative du soleil et de la lune n'est pas la même pour les différens points où l'on aperçoit en même temps ces deux astres. Il arrive à cet égard ce qu'on remarque dans les nuages qui, vus d'un certain point, paraissent sous le soleil, et jettent leur ombre dans un espace limité hors duquel le soleil se montre tout entier. Quand on est sur les bords de cette ombre, on peut apercevoir une partie du disque du soleil, mais les diverses apparences changent à chaque instant par l'effet des mouvemens relatifs du soleil, du nuage et du spectateur. Pour appliquer l'observation d'une éclipse du soleil à la recherche des longitudes, il faut en avoir déterminé plusieurs phases, comme le commencement et la fin, en conclure le milieu, et tirer des tables astronomiques les données propres à fixer la position respective des lignes parcourues par le centre du soleil et celui de la lune pendant l'éclipse, afin de pouvoir calculer l'instant où les deux astres ont été en conjonction. Connaissant l'heure qu'il était à ce même instant dans un lieu donné, on déduira de la différence de ces temps celle des longitudes.

Longitudes par les éclipses du soleil.

Les éclipses du soleil ne fournissent pas des longitudes

(1) *Rossel*, Voyage d'Entrecasteaux, II, 245. *Zach*, Correspond. astron. I, 421. (2) Tables des satellites de Jupiter, par M. *Delambre*.

très-précises (1); celle du 5 septembre, observée avec le plus grand soin par trois astronomes, peut en offrir l'exemple : M. de Lalande en conclut la longitude de Naples, 47' 32" en temps, M. de *Wurm* 47' 40", et M. *Triesnecker* 47' 20".

Longitudes par l'occultation des étoiles.

Le phénomène céleste le plus fréquent, c'est celui qu'on nomme *occultation* où le passage d'une étoile derrière le disque de la lune; il est en même temps un de ceux qu'on peut observer avec beaucoup de précision (2).

En déterminant par l'observation, le moment où le centre de la lune s'est trouvé en conjonction avec l'étoile, ce qui fixe une position absolue de la lune, on peut, soit au moyen des calculs faits à l'avance dans les almanachs astronomiques où ces phénomènes sont prédits, soit par la comparaison des observations correspondantes, trouver l'heure qu'il était au moment de cette conjonction dans un lieu dont la position est connue; et la différence de longitude se conclut alors comme dans les autres cas.

Il est évident que tous ces moyens reviennent à cette proposition. « *Déterminer dans le lieu dont on cherche la* » *longitude, la position dans laquelle se trouve un astre* » *dans un instant donné, et conclure de cette position* » *l'heure que l'on compte au même moment dans un lieu* » *dont la situation est connue.* » On conçoit donc que sans attendre un phénomène céleste, le seul changement de distance angulaire entre deux astres dont le mouvement est connu, doit pouvoir nous procurer la connaissance du lieu où nous nous trouvons. Mais on sent aussi que l'astre doit avoir, par rapport à la terre, un mouvement assez rapide pour que sa position à l'egard des étoiles ou des autres astres qui peuvent servir de terme de comparaison, varie considérablement dans l'espace de 24 heures. La lune seule nous présente ces avantages; comme elle parcourt à peu près 13° par jour, une seule minute de degré

Longitude par les distances lunaires.

(1) *Zach*, Correspond. I, 73, note. (2) *Bessel*, Voyage d'Entrecasteaux, II, 244.

son déplacement répond à un peu moins de 2' de temps ou 30' de degré en longitude. Or, on peut, en prenant la distance angulaire de la lune aux étoiles ou au soleil, à l'aide de nos instrumens perfectionnés, fixer avec une grande précision la position de cet astre, et par conséquent déterminer à peu de secondes près le temps que sous un méridien donné on compte au moment de l'observation.

Origine et progrès de cette méthode.

Cette méthode dite des *distances lunaires*, indiquée d'abord en 1514 par *Werner*, de Nuremberg (1), développée en 1524 par le saxon *Apianus*, fut vantée par divers astronomes, et entre autres par le célèbre *Kepler* (2); mais l'imperfection des Tables astronomiques, qui marquaient les mouvemens de la lune, en rendaient la pratique incertaine. Les essais de *Morin*, pour la mettre en usage, n'eurent point de succès. Recommandée de nouveau et mieux enseignée en 1750 par *Tobie Mayer*, cette méthode fut employée avec beaucoup de succès par le célèbre voyageur danois *Niebuhr* (3); elle a depuis acquis une grande perfection par les travaux de *Borda*, de *Delambre*, de *Burg* et surtout de *Laplace*. Des instrumens ingénieux et construits avec le plus grand soin, des tables calculées avec une précision étonnante, des formules variées de beaucoup de manières, facilitent maintenant cette opération qui est devenue d'un usage universel, et qui, sur mer, remplace toutes les autres méthodes pour trouver la longitude (4).

Usage des chronomètres.

On joint cependant aux observations lunaires l'usage des *gardes-temps* ou montres marines, qui servent dans les intervalles où l'on ne peut se procurer des observations de distances de la lune au soleil ou aux étoiles. Les garde-

(1) *Werner*, notæ in Ptolom. Géog. lib. 1. (2) *Kepler*, tab. Rudolph. 37. 42. (3) *Zach*, Correspond. astron. IV, 246. (4) *Fleurieu*, Voyage de Marchand, *passim*. *Dubourguet*, Traité de navigation, liv. 3., ch. 10. *Rossel*, l. c. etc.

temps suffiraient seuls, s'il était possible d'en construire d'assez parfaits pour qu'une fois mis à l'heure sous un méridien donné, ils conservassent le même mouvement pendant toute la durée du voyage, car ils marqueraient alors partout l'heure qu'il est sous ce méridien ; et en la comparant à celle que l'on compte au lieu où l'on est parvenu, on aurait la différence des temps et par conséquent celle des méridiens. Quoique les efforts des Harrison, des Julien-le-Roi, des Berthout, d'Armand et d'autres artistes célèbres n'aient pu donner aux montres marines cette uniformité absolue de mouvement, ils en ont du moins approché assez pour que la marche de ces horloges demeurât sensiblement la même pendant un intervalle de temps assez long, malgré l'agitation perpétuelle des vaisseaux. On remédie d'ailleurs aux imperfections de ces machines, en observant avec soin la quantité dont elles retardent pendant un espace de temps donné, et surtout en corrigeant leur marche lorsqu'on arrive dans un lieu dont la longitude est connue, ou qui permet qu'on y fasse des observations astronomiques.

Tels sont les principaux moyens que l'astronomie fournit au navigateur et au voyageur pour fixer la position des lieux qu'il visite. Nous n'avons exposé que les principes généraux sur lesquels ces observations se fondent; nous devons encore indiquer sommairement les erreurs auxquelles ces méthodes sont sujettes, et les *corrections* au moyen desquelles on les en purge.

Correction des longitudes.

Les illusions optiques se présentent en première ligne. On sait qu'un rayon de lumière qui passe dans un milieu dont la densité augmente, souffre une *réfraction*. Par cette raison, les astres ne sont jamais aperçus dans la véritable place qu'ils occupent; le rayon qui nous les rend visibles, les élève sur l'horizon d'une quantité d'autant plus grande qu'ils sont plus près de ce cercle. Il faut connaître cette quantité pour chaque degré de hauteur au-dessus de l'horizon, afin de la retrancher des hauteurs observées toujours plus grandes que les hauteurs

Réfraction.

variés, excepté dans le cas où l'astre serait au zénith, parce qu'alors le rayon de lumière traversant les couches de l'atmosphère perpendiculairement, n'éprouve aucune réfraction.

Diverses causes physiques, la chaleur, l'humidité, la densité de l'air font varier les réfractions d'un climat à l'autre; les lois, encore inconnues, de ces variations, forment l'objet des recherches importantes pour le perfectionnement de l'astronomie (1).

Nous avons vu plus haut, qu'attendu la petitesse du diamètre de la terre, comparée à l'immense distance des étoiles fixes, l'observation des hauteurs de ces stres était toujours rapportée au centre de la terre, en regardant les rayons de lumière comme parvenant à tous les points de la terre dans des directions parallèles et en négligeant par conséquent l'angle AIC, *fig.* 2; mais les planètes sont assez proches de la terre pour qu'il faille, quand on veut observer avec précision, tenir compte de cet angle. Son effet est d'abaisser l'astre au-dessous de sa situation réelle à l'égard du centre de la terre. L'angle AIC, formé comme on voit par les directions différentes suivant lesquelles l'astre serait vu du centre de la terre et d'un point de sa surface, se nomme la *parallaxe*. Il s'anéantit au zénith; il est le plus grand possible à l'horizon. Il s'élève pour le soleil à 8°, 6, et pour la lune il varie d'environ 54' à 62'. L'effet de la parallaxe étant contraire à celui de la réfraction, on doit l'ajouter à la hauteur observée, pour rapporter celle-ci au centre de la terre. Parallaxe des planètes.

Nous ne pouvons entrer dans une explication détaillée des corrections qu'exigent les tables dont on se sert pour calculer les observations de longitude. Les corps célestes, quoiqu'obéissant à des lois immuables, éprouvent dans leurs mouvemens certains effets de leur attraction réciproque qu'on appelle *perturbations*. Il en résulte Perturbations.

(1) *A. de Humboldt*, Voyage, partie astronomique, I. p. 109 *sqq.* Essai sur les réfractions.

plusieurs petits mouvemens d'accélération ou de retard, dont le période est quelquefois de plus d'un siècle, et dont les équations sont difficiles à fixer avec certitude. Les progrès de la haute géométrie, les théories de *Laplace* et les calculs de *Delambre*, de *Burg* et d'autres astronomes, ont réduit à des quantités presqu'insensibles la discordance entre les données des tables les plus exactes et la marche des phénomènes célestes, discordance dont on s'aperçoit au moyen des observations correspondantes.

Il y avait naguères une autre source d'incertitudes, c'était l'imperfection des instrumens qui souvent faisait dévier l'observateur le plus scrupuleux d'une demi-minute dans la détermination de l'angle observé. Aujourd'hui, non seulement la mécanique a porté une grande exactitude dans la confection des instrumens, mais l'ingénieuse invention du *cercle répétiteur* de Mayer, perfectionné par Magellan et Borda (1), permet aux observateurs, en prenant le multiple de l'angle observé, d'accroître à volonté la rigueur de l'évaluation, et de diminuer l'erreur possible jusqu'à une seconde près.

Instrumens.

Cercle répétiteur.

Les deux méthodes pour trouver la latitude, que nous avons indiquées précédemment, ne suffisent point aux besoins des navigateurs qui, pour calculer leur longitude par les distances lunaires, ont besoin de connaître à l'instant même la latitude sous laquelle ils se trouvent. On a remédié en partie à cet inconvénient par des *tables solaires* ou des éphémérides de cet astre, calculées d'avance et qui donnent pour tous les jours de l'année sa distance à l'équateur ou sa *déclinaison;* l'on peut par ce moyen trouver, quelque jour que ce soit, la latitude d'un lieu, puisqu'on obtiendra la hauteur observée de l'équateur sur l'horizon, en retranchant de la hauteur du soleil sa distance à l'équateur s'il est au-dessus de ce cercle, et en l'ajoutant s'il est au-dessous; circonstances que la situation de l'ombre et la saison dans laquelle on se trouve

Tables du soleil.

(1) *Bossut*, Histoire des mathématiques, II, 489.

font toujours connaître. Mais afin de multiplier les moyens de déterminer la latitude, les astronomes, après avoir d'abord fixé la position de leur observatoire, ont calculé la distance des principales étoiles à l'équateur, et le temps qui s'écoule entre leurs passages respectifs au méridien donné et celui du point de l'écliptique qui répond à l'équinoxe du printemps ; ils ont dressé des catalogues qui renferment ces résultats, et avec le secours desquels on peut substituer, dans la recherche de la latitude, les étoiles au soleil. Cependant ce moyen est assez incertain ; les meilleures observations de ce genre peuvent être affectées d'une erreur de 4 à 5 minutes (1).

Toutes ces observations supposent que l'on connaît la position du méridien. L'étoile polaire l'indique à peu près dans l'hémisphère boréal de la terre ; mais c'est la marche du soleil qui le fait connaître d'une manière universelle et exacte. Supposons le soleil à un des points de solstice ; l'astre, dans cette position, reste sensiblement à la même distance de l'équateur, et paraît décrire un cercle parallèle à l'équateur, et dont la partie comprise au-dessus de l'horizon BCD, *fig.* 2, est partagée en deux portions égales par le méridien. Sa hauteur est donc précisément la même, lorsqu'on la prend avant et après son passage au méridien, à des intervalles de temps égaux ; de l'autre côté, si l'on prend le matin une hauteur du soleil, et qu'on attende le soir le moment où il reviendra à cette hauteur, l'heure de son passage au méridien doit nécessairement tenir le milieu entre ces deux instans.

Calcul de la méridienne par les hauteurs du soleil.

La longueur des ombres a fourni le plus simple moyen d'estimer la hauteur du soleil. On conçoit facilement que cette longueur dépend non seulement de leur hauteur, mais encore de celle du soleil, par rapport au plan sur lequel elles sont portées. Si ce plan est horizontal, et qu'on ait élevé une verticale AD, *fig.* 12, le rayon solaire étant dirigé suivant SD, l'ombre tombera en AC, et

(1) *Rossel*, Voyage de d'Entrecasteaux, II, 47.

sa longueur dépendra de l'angle SCA, qui est évidemment la hauteur du soleil sur l'horizon. Lors donc que le soleil, après avoir passé dans le méridien, se retrouvera de l'autre côté à la même hauteur dans une direction S'D, l'ombre AB de la verticale AD redeviendra égale à l'ombre AC; et prenant le milieu entre la direction de l'une et de l'autre, en divisant l'angle BAC en deux parties égales, par la droite AN, on aura la méridienne. Si ensuite l'on mesure la longueur du bâton et celle de l'ombre, on pourra connaître la hauteur du soleil par la résolution du triangle rectiligne CAD, qui est rectangle en A, et dans lequel les côtés AD et AC sont connus; on peut donc calculer l'angle ACD qui est la hauteur recherchée. On aura la hauteur méridienne si l'on mesure la longueur de l'ombre lorsqu'elle tombe dans la direction AN. C'est par ce moyen que les premiers astronomes ont déterminé les hauteurs des astres; l'extrémité d'un obélisque ou une ouverture pratiquée dans un mur à plomb leur donnaient la verticale. Cet instrument grossier se nomme *gnomon*; mais on l'a abandonné depuis qu'on a perfectionné les instrumens qui mesurent immédiatement les angles par les arcs de cercle. On emploie même ces derniers à la détermination de la méridienne, en les combinant avec les horloges à pendule dont la marche est très-régulière. Ayant observé le matin une hauteur du soleil, on remarque en même temps l'heure, puis on attend l'instant du soir où cet astre se trouve à cette même hauteur; et prenant le milieu de l'intervalle, on trouve celui qui s'est écoulé entre le passage du soleil au méridien et l'une des observations.

Gnomon.

Si, par exemple, l'horloge marquait pour la même hauteur, le matin 9 h. 45' 30", et le soir 2 h. 23' 12"; l'intervalle entre ces deux momens étant de 4 h. 37' 42", dont la moitié 2 h. 18' 51", ajoutée à l'instant de la première hauteur de 9 h. 45' 30", donne 12 h. 4' 21" pour l'heure que marquait l'horloge au moment où le soleil passait dans le méridien.

En répétant plusieurs fois l'observation de ces *hauteurs correspondantes*, on parvient à régler la pendule et à connaître exactement le moment du passage du soleil au méridien, d'où on conclut immédiatement la direction de la ligne méridienne.

On fait usage de l'observation des hauteurs correspondantes dans tout autre temps de l'année que le solstice; en appliquant au résultat une petite correction pour le changement que la déclinaison du soleil reçoit dans l'intervalle des deux hauteurs, et qui influe sur sa durée. Un grand nombre de circonstances influe sur ces sortes d'observations, et les rend plus ou moins sujettes à l'erreur, surtout lorsqu'on veut les employer étant en mer; il faut en chercher les détails dans les ouvrages qui traitent spécialement de ces matières (1).

Il est encore trois rapports des corps célestes qui, en servant à fixer l'heure vraie et les véritables points nord et sud, concourent à faciliter ou à assurer les opérations par lesquelles on détermine la position des lieux terrestres.

On appelle *angle horaire* d'un astre l'angle que forment au pôle, à l'instant de l'observation, le méridien du lieu de l'observateur et le cercle de déclinaison ou cercle horaire passant par l'astre. Ce dernier cercle n'est autre chose que le méridien de l'astre. L'angle horaire a pour mesure l'arc de l'équateur qui a passé ou qui passera sous le méridien de l'observateur, depuis l'instant de l'observation jusqu'au moment où l'astre se trouve dans ce même méridien. Angle horaire.

L'*azimuth* d'un astre est l'arc de l'horizon compris entre le point du midi et le point dans lequel un cercle vertical, passant par le zénith et par l'astre, coupe l'horizon. Azimuth.

On appelle *amplitude* l'arc de l'horizon compris, soit Amplitude.

(1) *Levêque*, Guide du navigateur. *Dubourguet*, Traité de navigation.

entre le vrai point d'orient et celui où l'astre se lève, soit entre le vrai point d'occident et celui où l'astre se couche. La première s'appelle amplitude *ortive*; la seconde amplitude *occase*.

Ces trois rapports concourent de plusieurs manières aux déterminations des longitudes et des latitudes; le premier sert à connaître l'heure vraie, par une seule observation de la hauteur du soleil, et à régler les montres marines (1); les deux autres indiquent au navigateur combien la direction de l'aiguille aimantée diffère de la ligne nord et sud; elles apprennent aussi à orienter une carte géographique (2). On a encore fondé sur ces rapports des corps célestes diverses méthodes subsidiaires pour calculer par approximation la latitude à laquelle se trouve un vaisseau en mer (3); cependant comme ces méthodes ingénieuses, mais très-sujettes à l'erreur, ne s'emploient pas en géographie, du moins directement, nous nous dispenserons d'en donner une idée.

A tous ces moyens que l'observation et le calcul des mouvemens célestes fournissent pour déterminer les positions géographiques, on joint aujourd'hui l'usage des signaux de poudre à canon. Sur un lieu fort élevé, pendant une nuit sereine, on fait à diverses reprises enflammer en plein air une certaine quantité de poudre; deux observateurs, munis chacun d'une pendule et placés aux lieux dont on veut connaître la différence en longitude, remarquent avec soin l'apparition de ces feux, apparition qui, malgré les distances, est instantanée par les deux lieux, grâce à la prodigieuse vitesse de la lumière. La différence de temps entre les deux pendules donnera la différence de longitude cherchée (4).

Usage des signaux de poudre à canon.

Terminons ici l'exposé nécessairement aride des mé-

(1) *Rossel*, Voyage de d'*Entrecasteaux*, II, 27 *sqq*. (2) *Puissant*, Traité de géodésie, p. 300 *sqq*. (3) *Mendoza*, Connaiss. des temps, 1793, p. 289-302. *Dubourguet*, Traité de navigation, Liv. III, chap. 3, 4. (4) *Puissant*, Géodésie, p. 299. *Zach*, Correspondance, *passim*.

thodes par lesquelles on fixe les longitudes et les latitudes, en faisant observer à ceux de nos lecteurs qui pourraient ne pas trouver ces choses de leur goût, que la connaissance exacte des positions est la base de toute la géographie, et que, sans cette connaissance, les descriptions les plus brillantes n'ont qu'un mérite illusoire.

LIVRE VINGT-QUATRIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des véritables dimensions du Globe, de son aplatissement et des bases du nouveau système Métrique.

Il ne suffit point à l'active curiosité de l'homme d'avoir démontré que la terre, sa demeure, est un globe roulant dans l'immensité de l'espace; il faut encore que nous connaissions les dimensions exactes de la planète sur laquelle nous nous trouvons placés. En effet, dès qu'on a su mesurer un arc d'un méridien céleste, on a dû penser que cet arc, devant répondre à un autre arc de méridien sur la surface de la terre, on n'aurait qu'à mesurer cette dernière courbe pour en conclure la dimension du cercle entier dont elle fait partie, dimension qui répond à la circonférence du globe.

Principe des mesures de la terre.

Nous avons vu combien peu d'accord il y avait entre les résultats apparens des diverses mesures de la terre, entreprises par Eudoxus, Archimède, Possidonius et Eratosthènes (1); nous avons indiqué le moyen de concilier ces mesures en les considérant comme prises en *stades* différens; mais nous n'entreprendrons pas de discuter formellement la question très-obscure si ces opérations ont réellement été faites par ceux à qui on les attribue, ou si ce sont les travaux d'un peuple plus ancien, dont les Grecs auraient profité, sans même les comprendre parfaitement. Dans notre opinion, tout vrai stade devant être une mesure de distance locale et réelle, et non pas un simple module astronomique (2), il paraît vraisemblable que les évaluations de la circonférence de la terre, faites en stades de 1,111 et de 833 au degré,

Mesures des anciens.

(1) Ci-dessus, Liv. V. vol. 1, p. 90. (2) Ibid. p. 92.

sont dues aux Egyptiens et aux Babyloniens, tandis que celles en stades de 700 et autres peuvent très-bien être l'ouvrage d'Eratosthènes, de Possidonius et d'autres astronomes grecs.

Il a été remarqué, dans le Livre précédent, que Possidonius se trompa en considérant comme un arc de méridien terrestre ce qui n'en est pas un, puisque Alexandrie et Rhodes, points qu'il comparait, n'ont pas la même longitude. A cette erreur près, la méthode de Possidonius était la vraie. Eratosthènes s'était servi d'un *gnomon*, élevé verticalement au centre d'un hémisphère concave (1); il savait qu'à Syène, le soleil, au moment du solstice, ne produisait aucune ombre; il voyait qu'à Alexandrie le gnomon, au même instant, projeta son ombre sur la cinquantième partie d'un cercle; il en conclut la latitude d'Alexandrie, 7 degrés 12' au nord de Syène, qui devait être sous le tropique. Or, ce dernier endroit étant, d'après les modernes, à 24 degrés 5', Alexandrie serait à 31 degrés 17', ce qui approche beaucoup de la vérité. Quoique faite avec soin, cette observation cependant n'a pu fournir à l'astronome grec une base solide d'une mesure de la terre, puisque les deux points qu'il comparait, ne sont point sous le même méridien.

Gnomon d'Eratosthènes.

Les mesures d'un degré, attribuées aux Arabes, ne présentent également que des résultats douteux, et qu'on ne saurait concilier avec la vérité qu'au moyen d'évaluations arbitraires.

Après la renaissance des lettres, les astronomes européens firent beaucoup de tentatives inutiles pour mesurer avec certitude un degré de méridien. En 1617, *Snellius*, après avoir déterminé les arcs célestes compris entre Alkmaer, Leyde et Berg-op-Zoom, par les différences des hauteurs du pôle pour ces trois villes, calcula les distances méridiennes terrestres des trois parallèles, au

Mesures de Snellius, de Norwood, etc.

(1) *Cléomed.* Meteor. I.

moyen d'une suite de triangles liés entre eux, et qui partaient d'une base mesurée sur le terrain; il trouva de cette manière que la valeur du degré terrestre était de 55,021 toises. *Norwood*, astronome anglais, mesura avec beaucoup de soins, en 1635, l'arc du méridien qui sépare la ville de Londres de celle d'Yorck; il trouva le degré de 57,300 toises, quantité fort approchante de la vérité. Cependant quinze ans après, *Riccioli*, célèbre savant italien, prétendit avoir trouvé, par une mesure faite aux environs de Bologne, que le degré terrestre était de 62,900 toises, c'est-à-dire près de 6,000 toises plus grand qu'il ne l'est en effet.

Mesure de Picard.

C'est en appliquant les lunettes aux instrumens par lesquels on mesure les angles, que *Picard*, de l'académie des sciences de Paris, se vit enfin en état de mettre la précision nécessaire dans la nouvelle mesure d'un degré qu'il commença en 1669. Il choisit, pour théâtre de ses opérations, l'espace compris entre *Sourdon*, en Picardie, et *Malvoisine*, sur les confins du Gatinois et du Hurepoix (1). Pour fixer la distance itinéraire qui sépare ces deux points, situés sous le même méridien, il les lia par une suite de triangles, *fig.* 13; il en observa successivement tous les angles, ce qui lui fournit dans chacun un moyen de vérification, puisque la somme des trois angles de tout triangle doit constamment faire 180°. Il n'obtint presque jamais cette somme; mais les différences qu'il ne put éviter ne s'élevèrent qu'à peu de secondes.

Opérations trigonométriques.

La connaissance des angles d'un triangle ne mène qu'aux rapports de ses côtés; mais dès qu'on a la valeur d'un seul, on trouve celle des autres: Picard mesura donc avec des soins inconnus jusque-là une distance de 5,663 toises, sur le chemin de Villejuif à Juvisy. Avec cette *base*, représentée par AB dans la figure, et formant un des côtés du triangle ABC, il calcula le côté AC, qui lui servit ensuite à calculer le côté CD dans

(1) *Picard*, Mesure de la terre, 1671.

le triangle ACD (1), et il s'éleva ainsi de triangle en triangle jusqu'à Sourdon ; ici l'on mesura de nouveau sur le terrain une ligne droite ou *base de vérification* RS. Les lignes DI, IN et IG, vérifiées au moyen de cette base, ne montrèrent qu'une différence d'une à deux toises de la première mesure. On conduisit ensuite de nouveaux triangles à la cathédrale d'Amiens ; où se termina l'opération.

Il fallut après cela conclure la longueur de la ligne qui joint ces points, l'orienter par rapport au méridien de Paris, afin d'en déduire la distance dans le sens de ce méridien ; enfin, déterminer avec précision l'amplitude de l'arc mesuré sur ce cercle, c'est-à-dire combien il contenait de degrés et parties de degrés, afin d'avoir son rapport avec la circonférence entière.

Dans cette seconde partie de son opération, qui dépendait de l'observation des astres, il s'attacha à celle de l'étoile placée dans le genou de la constellation de *Cassiopée*. Il choisit cette étoile, parce que, se trouvant peu éloignée du zénith, elle était moins affectée de la réfraction sur laquelle il y avait, au temps de Picard, beaucoup d'incertitude. Il trouva, par ce moyen, que la différence de latitude entre Malvoisine et Sourdon, près Amiens, était de 1° 11' 57" ; qu'elle répondait, dans le sens du méridien, à une distance de 68,430 toises ; et il en conclut que la longueur du degré était de 57,064 toises. Opérations astronomiques.

Répétée aussi, entre la cathédrale d'Amiens et Malvoisine, même différence en latitude de 1° 22' 55", et une distance de 78,850 toises, ce qui donnait, pour le degré 57,057 toises ; il s'en tint au terme moyen de 57,060 toises.

La circonférence de la terre devant, comme tout cercle,

(1) Exemples abrégés du calcul : Dans les premiers triangles on a conçu, par les observations, que CAB = 54° 4' 35" ABC = 95° 6' 55" ACB = 30° 48' 30". On a trouvé, par le mesurage, que AB contenait 7963 toises ; donc le calcul proportionnel donne AC = 11,012 toises 5 p., et ainsi de suite.

Dimensions de la terre.

contenir 360 degrés, on trouva, en divisant le degré en vingt parties nommées *lieues marines*, et formées chacune de 2,853 toises, que la terre avait 7,200 de ces lieues de tour.

Son diamètre, conclu de sa circonférence, est de 2292 lieues marines, et son rayon ou une droite tirée du centre à la surface, de 1,146. En multipliant la circonférence par le diamètre, on trouve que la surface est de 16,502,400 lieues carrées.

Expérience sur le pendule.

L'exactitude des opérations de Picard semblait ne plus laisser des doutes sur les dimensions de la terre, lorsqu'une expérience, à jamais mémorable, fit entrevoir que la figure de la terre n'était pas parfaitement sphérique, et que par conséquent les degrés n'étaient point égaux; je veux parler de l'observation que fit M. *Richer* à Cayenne en 1672. Son horloge à pendule, qui avait été réglée à Paris sur le moyen mouvement du soleil, après avoir été transportée dans l'île de Cayenne, qui n'est éloignée de l'équateur que d'environ 5 degrés, se trouvait retarder de 2 minutes 28 secondes chaque jour. La mesure de la longueur d'un pendule qui, à Cayenne, battait juste les secondes, ayant été marquée sur une verge de fer, qui fut apportée en France, on trouva que le pendule de Cayenne était moindre d'une ligne et d'un quart que celui de Paris, qui était de trois pieds 8 lignes $\frac{5}{5}$, ou, plus exactement, 440,57 de lignes.

Cette expérience prouvait que la pesanteur était moindre à Cayenne qu'à Paris; car lorsque le pendule, ne mène règle l'horloge, s'écarte par son mouvement de la situation verticale, la force qui l'y ramène est la pesanteur; et elle l'y ramène d'autant plus tôt, qu'elle est plus grande, et d'autant plus tard, qu'elle est plus petite. Le pendule ne permet à l'aiguille de l'horloge de marquer chaque seconde sur le cadran, qu'après qu'il a achevé une de ses oscillations ou qu'après chacune de ses chutes dans la verticale. Ainsi, si l'aiguille marque moins de secondes pendant une révolution des étoiles, le pendule emploie

plus de temps à retomber dans la situation verticale, et la force qui la pousse, la pesanteur, est plus petite.

Cette expérience, dont l'académie des sciences avait pressenti l'importance (1), coïncida parfaitement avec les raisonnemens des géomètres qui commençaient à regarder la terre comme aplatie vers le pôle, ce qui expliquerait pourquoi la pesanteur ou la force qui attire vers le centre, y est plus grande, attendu que la surface aplatie s'y trouve plus rapprochée du centre.

Théorie de Huyghens.

Huyghens, géomètre hollandais, eut la gloire de deviner cette vérité, même avant que l'expérience sur le pendule fût connue. Considérant que les corps qui tournent autour d'un centre ou d'un axe, acquièrent une force centrifuge qui tend sans cesse à les éloigner de ce centre ou de cet axe, ainsi qu'on le voit dans la pierre lancée par une fronde, ce savant en conclut que le fluide répandu sur une grande partie de la surface terrestre, devant obéir à cette force en même temps qu'à la pesanteur dirigée vers le centre de la terre, ne pouvait affecter une forme parfaitement sphérique. Il pensa donc que la terre devait être aplatie vers les pôles, en sorte que l'axe de rotation fût plus court que les diamètres de l'équateur, de $\frac{1}{578}$, ce qui répond à environ quatre lieues marines. Cette conséquence, tirée de la force centrifuge par Huyghens, peut être rendue sensible aux yeux en faisant tourner rapidement autour d'un axe une vessie mouillée, qui prend alors la forme d'un sphéroïde aplati aux extrémités conau même axe.

Théorie de Newton.

Newton, que ses profondes méditations sur ois découvertes par Kepler dans le mouvement des anètes, avaient conduit à la découverte de la gravitation universelle, ne regardait plus la pesanteur à la surface de la terre comme une force constante, dirigée partout vers le centre de notre globe, mais comme le résultat de l'attraction réciproque qu'exercent les unes sur les autres

(1) *Lalande*, Abrégé d'astronomie, art. 742 et 805.

toutes les molécules de la terre ; il trouvait que cette force variait un peu en intensité et en direction, lorsqu'on ne supposait plus la terre sphérique. Si la figure de la terre dépendait de la pesanteur, la pesanteur elle-même se réglait d'après la figure qu'avait la terre ; cette force accélératrice devait, quant aux corps terrestres, être perpendiculaire à la surface et proportionnée aux distances ; la terre ayant une fois pris la figure aplatie, cette seule figure, indépendamment de la force centrifuge, devait rendre la pesanteur plus petite sous l'équateur que sous les pôles. Calculant d'après ce principe, et supposant la terre homogène dans toutes ses parties, Newton trouva que l'aplatissement devait être de $\frac{1}{230}$, ou de 10 lieues marines (1).

Recherches de *Maclaurin*, *Clairault*, etc.

Ces conclusions, différentes relativement à la quantité du résultat, mais d'accord entre elles sur l'altération que la figure de la terre a dû recevoir de la force centrifuge, ont été développées par des calculs subtils et profonds, dont les résultats seuls peuvent être indiqués ici (2). Il a été démontré que la terre ne saurait être une masse homogène, mais qu'elle doit augmenter en densité à mesure qu'on approche du centre, et que, dans tous les cas, une figure elliptique satisfait aux lois de l'équilibre des fluides.

En même temps, la théorie de la diminution de la pesanteur vers la ligne équinoxiale, a été généralement confirmée par un grand nombre d'observations sur le pendule, faites depuis la Laponie jusqu'au Cap de Bonne-Espérance (3). Comparées entre elles, ces observations ne m'ont offert un assez grand accord, et ont conduit à supposer leur l'aplatissement du globe d'une 332e ou d'une 336e partie de l'axe (4). Cependant, cet accord et le résultat qu'on en tire,

(1) *Newton*, Principia, L. III, prop. 19. (2) *Clairaut*, Théorie de la figure de la terre. *Maclaurin*, Mémoire sur le flux et reflux. *D'Alembert*, Recherches sur le système du monde, etc., etc. (3) *Dubourg et*, Traité de navigation, note 1, p. 290 et 291, et l'*Histoire de l'Académie des sciences*, *passim*. (4) *Laplace*, Système du monde, p. 250. *Svanberg*, Exposition de la mesure d'un degré.

seraient illusoires si la densité de la terre variait d'une manière irrégulière (1).

La théorie de l'aplatissement pouvait encore être vérifiée par des mesures prises sur le globe terrestre ; car il en résultait que les degrés de latitude n'étaient pas égaux dans toute l'étendue du méridien, mais qu'on devait les trouver plus grands, ou contenant plus de mesures itinéraires dans la partie aplatie du méridien, c'est-à-dire vers les pôles, et moindres dans la partie la plus convexe de ce même méridien ; c'est-à-dire vers l'équateur. Ces conséquences, qui découlent des premières notions de la géométrie élémentaire, ont cependant été, un instant, méconnues par des hommes d'un grand mérite, tels que [illegible] d'Anville. Il paraît donc utile d'en rappeler en peu de mots la démonstration.

Inégalité des degrés sur le sphéroïde aplati.

Qu'est-ce qu'un degré de méridien terrestre? C'est l'espace qu'il faut parcourir sur cette courbe, quelle qu'elle soit, pour que deux lignes AZ et *az*, *fig.* 14, menées par les extrémités de cet espace, perpendiculairement à la courbe FG, c'est-à-dire à ses tangentes AM, *am*, qui marquent l'horizon du point A et celui du point *a*, fassent entre elles un angle d'un degré AC*a*, c'est-à-dire d'un 360e du cercle. Si maintenant la courbe FG est un cercle, les lignes CA et C*a*, perpendiculaires à ses tangentes, n'étant que des rayons menés au centre, se rencontreront toujours à la même distance de la courbe ; et dans toute l'étendue de la circonférence, le même angle répondra au même arc : les degrés auront donc tous la même longueur. Mais il n'en est pas ainsi pour les courbes dont la courbure n'est pas uniforme. Si on prend deux arcs de même longueur, comme M*m* et N*n*, *fig.* 15, l'un dans la partie la plus convexe, l'autre dans celle qui est plus aplatie, les perpendiculaires MC et *m*C, menées aux extrémités du premier arc, se rencontreront plus près de

(1) M. *de Lindenau*, Examen de l'emploi des mesures de la terre. *Zach*, Correspondance, XIV, 122-125.

cet arc que les perpendiculaires Nc, *nc*, menées aux extrémités de l'arc plus aplati N*n*. L'angle N*cn* est donc visiblement moindre que l'angle MC*m*; et par conséquent, si ce dernier est d'un degré, l'arc N*n* égal en longueur à M*m*, ne répond pas à un degré. Il faut nécessairement, pour obtenir cet angle dans la partie NP de la courbe, embrasser un espace plus grand que M*m*. Donc il faut que les degrés terrestres soient plus grands dans la partie aplatie du globe si l'on veut qu'ils répondent aux degrés célestes qui sont tous égaux, n'étant point des arcs réels, mais seulement des distances angulaires.

On peut encore raisonner de la manière suivante. Le point de rencontre de deux verticales est le centre de l'arc terrestre qu'elles comprennent entre elles; si cet arc était une ligne droite, ces verticales seraient parallèles ou ne se rencontreraient qu'à une distance infinie. Plus, au contraire, l'arc a de courbure, plus les verticales ont de convergence; donc elles se rencontrent à une moindre distance. Ainsi, la partie d'une ellipse, voisine de son grand arc, étant la plus courbe, les verticales qui y sont perpendiculaires, se rencontreront à peu de distance; le rayon de l'arc, intercepté entre elles, sera plus court, par conséquent l'arc lui-même aura moins de longueur absolue. Au contraire, dans le voisinage du petit arc, les verticales se rencontrant à une plus grande distance, donnent aux arcs interceptés un rayon plus long, par conséquent les arcs ont plus de longueur.

Paralogisme à ce sujet.

Faute d'être remonté à ces notions, on avait, au commencement du siècle dernier, conclu le contraire, parce qu'on supposait que les degrés étaient déterminés par les angles MO*m*, NO*n*, formés par des lignes tirées au centre de l'ellipse EPQ*p*; mais cette hypothèse n'était pas conforme aux principes de l'opération, car les lignes OM et O*m*, ON et O*n*, n'étant pas perpendiculaires à la courbe, diffèrent entièrement, soit en grandeur, soit en direction des verticales auxquelles on rapporte les points de l'arc céleste.

Les mesures de Cassini ayant d'abord paru indiquer une diminution des degrés du midi au nord, plusieurs savans français soutinrent, au moyen du paralogisme qu'on vient de signaler, que cette diminution était une preuve de l'aplatissement aux pôles ; les géomètres démontrèrent que ce serait plutôt la preuve du contraire. On reconnut l'erreur de principe, et elle n'a été renouvelée depuis que par des personnes absolument étrangères à la géométrie (1). Mais les Cassini et d'Anville, en tirant de la prétendue diminution des degrés vers le nord, la conclusion qu'on devait en tirer, affirmèrent que la terre était alongée dans le sens des pôles, ou en d'autres mots que l'ellipsoïde terrestre faisait sa rotation autour de son grand axe, ce qui était contraire à la théorie de la gravitation et à l'équilibre des fluides.

La terre resta, en France, pendant quarante ans, un sphéroïde alongé aux pôles (2). Mais l'illustre académie des sciences ne désespéra point des théories établies par les calculs les plus sublimes. Deux commissions prises dans son sein, furent envoyées, l'une en 1736, au Pérou, et l'autre en 1737, au cercle polaire, pour mesurer les degrés du méridien dans le voisinage de l'équateur et auprès du pôle. Les résultats obtenus par chaque commission, comparés, soit entre eux, soit au degré mesuré en France par Picard, sans s'accorder parfaitement sur la quantité de l'aplatissement de la terre aux pôles, le mirent pleinement hors de doute (3). Le degré mesuré au cercle polaire, surpassa celui de l'équateur de 669 toises ; et celui de France, plus petit que celui du cercle polaire, surpassa encore celui de l'équateur de 307 toises. Mesures de Laponie et du Pérou.

Les Cassini eux-mêmes, après avoir vérifié leurs mesures, vinrent, avec une noble franchise, déclarer qu'il s'était glissé de légères erreurs dans leur travail, et que

(1) *Bernardin Saint-Pierre*, Etudes de la nature, etc., etc.
(2) *Bossut*, Histoire des mathématiques, II, 273. (3) *Bouguer*, Figure de la terre. *Mauperluis*, Elémens de géographie, etc., etc.

les degrés de France, pris dans leur totalité, concouraient à confirmer l'aplatissement du globe vers les pôles (1).

Diverses mesures.

Il ne suffisait point à l'audace des géomètres d'avoir fixé, d'une manière générale, la figure de notre globe; ils voulurent encore découvrir l'exacte quantité de cet aplatissement dont tant de travaux venaient de constater la réalité. Mais, dans cette recherche, plus les matériaux s'accumulaient, et plus la discussion en devenait difficile. Les degrés, successivement mesurés dans diverses parties du monde, indiquaient des quantités très-différentes pour l'aplatissement. C'est ce qu'a démontré avec beaucoup de clarté un géomètre italien, en comparant les douze meilleures mesures que l'on connût il y a un demi-siècle (2). Voici d'abord les résultats de ces mesures, avec les noms des astronomes à qui on les doit :

Noms des pays.	*Latitude d'où l'on est parti.*	*Valeur du degré mesuré.*	*Noms des observateurs.*
Pérou.....	0 *d.* 0 *m.*	56,753 toises.	*Bouguer, la Condamine*, etc.
Cap de B. Espér.	33 18	57,107	*Lacaille.*
Pensylvanie	39 12	56,888	*Mason* et *Dixon.*
Etat de l'Eglise..	43 1	56,979	*Boscovich* et *Maire.*
France.....	43 31	57,048	*Cassini* et *Lacaille.*
Piémont.....	44 44	57,137	*Beccaria.*
France.....	45 45	57,050	*Cassini* et *Lacaille.*
Hongrie.....	45 57	56,881	*Liesganig.*
Autriche.....	48 43	57,086	Idem.
France	49 23	57,074	*Picard* et *Cassini.*
Hollande	52 4	57,145	*De Thury* et *G. Cassini.*
Laponie.....	66 20	57,405	*Maupertuis*, etc.

En essayant de calculer une courbe régulière d'après la théorie de Newton dans laquelle ces douze degrés pourraient entrer, *Frisi* les trouve tous ou trop grands ou trop petits ; les erreurs qu'on serait obligé de supposer dans les mesures, pour les plier dans une ellipse régulière,

(1) *Cassini* et *de Thury*, Méridienne de l'observatoire royal, vérifiée. 1944. (2) *Pauli Frisi*, Cosmographia, tom. II, chap. *de figurâ planet.* comp. *id. opera omnia*, t. III, p. 125 *sqq.*

dont le petit axe serait au grand comme 230 à 231, s'élèvent à plus de 100 toises par degré, et même pour le degré d'Hongrie à plus de 200.

Comparaison de ces mesures, par Frisi.

Le savant italien essaie encore de découvrir, par des combinaisons binaires et décimales multipliées, un terme moyen entre les divers aplatissemens indiqués par les mesures ; mais comme il n'a pu faire précéder ces combinaisons par une critique sévère de l'exactitude de chaque mesure, nous ne citerons aucun de ses résultats ; nous aimons mieux remarquer qu'en choisissant parmi ses combinaisons binaires, les six les plus propres à inspirer de la confiance, on trouve pour terme moyen un aplatissement presqu'identique avec celui que donnent et les observations du pendule et les dernières mesures françaises. Voici cette comparaison.

La différence des axes ou la valeur absolue de l'aplatissement étant prise pour unité, le premier degré, combiné avec le troisième, donne pour le grand axe de la terre, 505 parties semblables ; avec le quatrième, 353 ; avec le septième, 292,5 ; avec le neuvième, 290,4 ; avec le dixième, 307,4, et avec le onzième, 270. Donc, terme moyen de l'aplatissement $\frac{1}{356}$.

Erreurs dans ces mesures.

L'impossibilité reconnue de plier dans une courbe régulière les degrés mesurés, fit naître diverses opinions parmi les savans. On commença par condamner l'opération de M. de Maupertuis en Laponie, comme peu sûre, soit à cause de la négligence qu'on y avait apportée, soit parce que l'arc mesuré avait trop peu d'étendue, soit enfin en considérant les incertitudes de ce savant lui-même sur les résultats de ses mesures (1). On eût dû juger avec la même rigueur la mesure du P. Liesganig, exécutée avec des instrumens fort inexacts, et dans laquelle il est aujourd'hui démontré (2) qu'il se trouve une confusion de deux étoiles, éloignées de 9 degrés,

(1) Il donne au degré, dans sa *Figure de la terre*, 57,405, et dans les *Elémens de géographie*, 57,438. (2) *Zach*, Correspondance astronomique, VIII, 507 et suiv.

et d'autres erreurs constantes de 10 à 12 secondes, répondant à 150 toises; mesure qui par conséquent ne mérite pas d'être prise en considération. Ignorant ce résultat d'un examen critique des papiers du P. Liesganig, on voit encore aujourd'hui d'excellens géomètres se donner la peine inutile de faire accorder l'irrégularité des degrés d'Autriche et d'Hongrie avec la théorie générale (1).

Les mesures que l'on pouvait comparer avec sûreté, n'embrassaient qu'une portion du globe, relativement peu étendue. Ni *Frisi* ni les autres savans qui ont écrit sur cette matière, n'ont connu le degré mesuré en l'an 1702, à la Chine, sous la latitude de 40 degrés, par le P. Thomas, degré dont la valeur paraît avoir été trouvée de 56,987.899 toises, ce qui, en supposant l'aplatissement de $\frac{1}{334}$, différerait seulement de 23.983 toises en plus de la valeur présumée. Au surplus, cette mesure étant susceptible de plusieurs interprétations, il n'y a peut-être pas eu d'inconvénient à la négliger (2).

Mesure faite à la Chine.

Quelques personnes ont été tentées de douter de la possibilité de mesurer un degré du méridien avec une exactitude parfaite. Les erreurs, inséparables de la nature des instrumens employés alors, pouvaient s'élever à 3 ou 4 secondes pour l'arc céleste, ou 60 toises pour le degré terrestre (3). *L'attraction des montagnes* qui dérangeait le fil à plomb par lequel on détermine la *verticale*, excitait surtout les doutes les plus inquiétans. Cet effet de la gravitation, en devenant une preuve sensible de la théorie générale de Newton, pouvait déranger les mesures faites d'ailleurs avec le plus grand soin, puisqu'une déviation du fil vertical de 15 secondes seulement aux deux extrémités de l'arc mesuré, produirait une erreur de 500 toises, c'est-à-dire d'une quantité plus grande

Erreurs causées par l'attraction.

(1) *Dubourguet*, Traité de navig. p. 283, 308, etc. (2) *Hallerstein*, Observ. astr. Pekini sinarum factæ, p. 363. Vindob. 1768. *Comp. Zach*, Correspondance astronom., I, 248-251. *Ibid.*, 589-594. (3) *D'Alembert*, dans l'Encyclopédie, au mot *Figure de la terre*. *Bouguer*, Fig. de la terre, sect. 1, § 4, etc.

que la différence présumée des deux degrés extrêmes sous l'équateur et sous le pôle. Or, Newton avait calculé cette attraction de 2 minutes pour une montagne haute de 3 milles anglais et large de 6. Ce calcul, il est vrai, a paru beaucoup trop fort. Par les observations que Bouguer et la Condamine firent avec grand soin en 1737 au Pérou, près de la montagne de Chimborasso, le fil à plomb était détourné de 7 secondes $\frac{5}{10}$ par la force attractive de cette montagne qui, d'après la théorie de Newton, aurait dû avoir un effet treize fois plus grand; la nature des rochers volcaniques de cette montagne, rend l'expérience incertaine (1). On a éprouvé de semblables effets dans les Pyrénées, dans les Alpes, dans l'Apennin et en Écosse, où M. *Maskelyne* a répété ces observations avec une précision extrême, et a trouvé un résultat plus approchant de la théorie de Newton (2). Il est très-possible que cette attraction ait pu influer sur la mesure de Lacaille, puisque cet astronome, d'ailleurs savant, ne fit aucune observation pour déterminer l'effet des montagnes de l'Afrique australe sur le fil à plomb dont il se servait.

Enfin, une idée simple et décisive vint s'offrir à quelques esprits supérieurs que fatiguait l'interminable dispute sur l'aplatissement du globe. On pensa que *la courbure du sphéroïde terrestre pourrait bien être sujette à quelques légères irrégularités*. Pourquoi la nature, qui n'aime point les figures géométriques, aurait-elle fait de la terre un ellipsoïde exactement régulier? C'est *Buffon* qui, un des premiers, a proposé cette opinion (3); *la Condamine* semble y être assez favorable (4), et *Maupertuis*, qui l'avait d'abord hautement rejetée, finit par trouver la chose douteuse (5). *Lacaille*, dont la mesure ne s'accordait avec aucune autre, pencha naturellement pour une explication qui justifiait son travail. Cependant la plupart des savans repoussèrent encore cette

Opinion sur l'irrégularité des méridiens.

(1) *Bouguer*, Fig. de la terre, p. 389. (2) Philosophical transactions, 1775, p. 500. (3) *Histoire naturelle*, tom. 1, p. 165. (4) *Rapport sur les mesures du Pérou*, p. 262. (5) *Lettres physiques*.

opinion faiblement soutenue par ceux qui l'avaient avancée.

Hypothèse de M. Klügel.

Une tentative plus sérieuse, pour maintenir l'ellipsoïde régulier, resta inconnue aux savans français ; c'était celle que fit M. *Klügel*, géomètre allemand, pour démontrer que tous les degrés mesurés d'une manière authentique, même celui de Lacaille, pouvaient entrer dans une ellipse régulière, pourvu seulement qu'on supposât une petite différence entre le *petit axe primitif* de l'ellipsoïde terrestre P*p*, *fig.* 16, et *l'axe actuel de rotation* Π π, d'où il résulterait, par exemple, que le cap de Bonne-Espérance a pu se trouver originairement à une moindre distance du pôle sud, ou pour parler plus précisément, que l'extrémité australe du petit axe de l'ellipsoïde, peut être en-deçà de l'extrémité australe de l'axe de rotation, par rapport à l'équateur. Donc le degré austral *ab*, quoique plus éloigné du pôle de rotation π que le degré boréal *cd* ne l'est du pôle Π, se trouverait néanmoins dans la même [illegible] par rapport au véritable petit axe de l'ellipsoïde P*p*, et aurait, par conséquent, la même valeur absolue, malgré la différence de latitude (1). On sent tous les bouleversemens qu'entraînerait cette hypothèse, si elle était admise ; on voit que le grand axe du globe ne se trouverait plus exactement dans le plan de l'équateur ; on se demande surtout s'il est possible, d'après les lois de l'hydrostatique, que l'ellipsoïde terrestre fasse sa révolution autour d'un axe différent de son petit axe réel? Mais quelles que soient les objections qu'on puisse faire à M. Klügel, son hypothèse paraît si ingénieuse, et serait si féconde en résultats intéressans pour la géographie physique, que nous avons cru devoir en donner une idée.

Telles étaient les incertitudes des géomètres et des astronomes sur la figure de la terre, lorsqu'un projet

(1) *Klügel*, Dimensions de la terre, etc., dans les *Collections astronomiques de Berlin*, III, 164 - 169.

politique donna occasion à une nouvelle mesure de l'arc du méridien qui traverse la France, en passant par la capitale. La convention nationale avait ordonné la fixation d'un système de poids et de mesures uniforme et stable. Les savans proposèrent de prendre la base de ce système dans la nature elle-même, et de regarder, comme *unité primitive* du mètre, *la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre*, c'est-à-dire de l'espace de l'équateur au pôle. Une métrologie fondée sur une telle base, disait-on, appartiendra à toutes les nations, à tous les siècles. Mais comment connaître précisément la longueur d'un quart du méridien? On pouvait la conclure des mesures anciennes; mais, d'un côté, elles se contredisaient; de l'autre, on crut donner plus d'authenticité au nouveau système métrologique, en l'appuyant sur des opérations conduites avec une précision jusqu'alors inconnue, et dirigées par les astronomes les plus habiles. *Delambre* et *Méchain* furent chargés de mesurer l'arc du méridien, intercepté entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone. Ces deux célèbres géomètres ont mesuré les angles de 90 triangles avec les nouveaux cercles répétiteurs que *Borda* a fait construire; ils ont observé, avec ces mêmes instrumens, 5 latitudes à Dunkerque, Paris, Evaux, Carcassonne et Barcelone. Les deux *bases*, près de Melun et Perpignan, ont été mesurées avec des règles de platine et de cuivre; elles se sont trouvées correspondre, *à quelques pouces près*, aux mesures calculées. Des soins minutieux ont prévenu ou rectifié jusqu'aux moindres erreurs. L'élite des géomètres français réunis à un grand nombre de commissaires venus des pays étrangers, a vérifié et sanctionné tous les calculs. Il n'est donc plus permis de révoquer en doute les résultats de cette grande entreprise, qui a été commencée en 1792, et terminée, quant aux mesures, en 1798.

Mesure de Delambre, Méchain, Biot, etc.

Il a été prouvé que les degrés du méridien diminuent vers le midi, et croissent vers le nord. Mais les accroissemens des degrés terrestres ne sont point soumis à une règle

Résultats.

mathématique, rigoureuse et constante. Donc un méridien n'est point, exactement parlant, une ellipse régulière; il est probable que la terre elle-même n'est pas un *solide de révolution*, c'est-à-dire circonscrit par la révolution d'une même ellipse autour de son centre. Toutefois ces irrégularités, qui paraissent extrêmement petites en comparaison de la masse de la terre, peuvent sans inconvénient être négligées.

Quantité de l'aplatissement.

Le méridien de France que MM. *Biot* et *Arago* viennent de prolonger, par un travail des plus pénibles, jusqu'aux îles d'Iviça et de Fromentera (1), donne, si on le considère en lui-même (2), un aplatissement de $\frac{1}{150}$, mais en le comparant avec le degré du Pérou, il donnerait $\frac{1}{334}$.

Accord avec les phénomènes célestes.

Ce dernier résultat, adopté par la commission pour les mesures, coïncide avec celui qu'on a trouvé par les observations sur la longueur du pendule. Il s'accorde encore avec plusieurs phénomènes célestes dont la cause est dans la non sphéricité de la terre. En effet, cette planète étant renflée aux environs de son équateur, éprouve de la part du soleil et de la lune, dans cette partie, une somme d'attractions plus considérable que vers les pôles; et comme le plan de l'équateur est incliné par rapport à ceux de l'écliptique et de l'orbite lunaire, ce surcroît d'attraction imprime à l'axe un mouvement progressif qui fait rétrograder les points équinoxiaux et un mouvement alternatif par lequel il oscille autour de la position qu'il aurait en vertu du premier mouvement; celui-ci s'appelle *précession des équinoxes*, et l'autre *nutation*. Un célèbre astronome allemand, M. *Burg*, ayant calculé, sur la demande de M. de Laplace (3), les causes de ces perturbations et l'influence que pourrait y avoir l'aplatissement de la terre, a trouvé celui-ci de $\frac{1}{305}$.

(1) *Biot*, Notice sur les opérations faites en Espagne. Mercure, janvier 1810. (2) *Laplace*, Système du monde, p. 62. (3) *Laplace*, Système du monde, 218.

Le degré mesuré au cercle polaire par les académiciens français en 1737, était celui de tous qui s'écartait le plus du résultat général de toutes les autres données. Nous avons déjà dit qu'on avait soupçonné des erreurs considérables dans l'opération; c'est ce qui vient d'être démontré. M. *Mélanderhielm*, savant astronome suédois, entreprit de faire mesurer de nouveau ce degré par M. *Svanberg*, un de ses élèves, en faisant usage du cercle répétiteur, et de tous les moyens délicats de la géodésie moderne. Les académiciens français n'avaient mesuré qu'un arc de 57", et M. *Svanberg* poussa l'opération jusqu'à 1° 37'. D'après le résultat définitif de cette mesure (1), le degré du méridien se trouve de 57,209 toises à 66° 20' de latitude, ou plus court de 196 toises que ne l'avait donné la mesure de 1737. Ce degré comparé avec celui de France, donne $\frac{1}{307}$ pour l'aplatissement, et avec celui du Pérou $\frac{1}{323}$. On peut encore, par diverses hypothèses, combiner cette mesure avec un aplatissement de $\frac{1}{330}$. Ainsi, elle n'offre aucune différence essentielle avec le résultat adopté par les géomètres français.

Nouvelle mesure des astronomes suédois.

Accord avec la mesure française.

Les planètes mêmes, éloignées de nous de plusieurs millions de lieues, ont concouru à fixer nos idées sur l'aplatissement du sphéroïde terrestre. Cette altération de la figure sphérique, comme résultat de la rotation d'un corps céleste sur lui-même, se manifeste encore dans la planète de Jupiter, où elle est assez sensible pour qu'on aperçoive dans les lunettes la différence des deux diamètres du disque, qui est presque de $\frac{1}{10}$; et quand on compare la mesure exacte de cet aplatissement, les dimensions de Jupiter et la durée de sa rotation, avec celles de la terre, on trouve pour cette dernière planète (2) un aplatissement proportionnel de $\frac{1}{338}$, ce qui coïncide encore avec le résultat de la grande mesure française.

Aplatissement de Jupiter.

Nous ne dissimulerons point que cet accord, qui paraîs-

Mesures anglaises.

(1) *Svanberg*, Exposition des opérations faites en Laponie. Stockholm, 1805, p. 164-192. (2) *Laplace*, Système du monde, 253.

Doutes. sait devoir être universel, a été troublé par quelques doutes nouveaux. Les deux mesures des Indes orientales, l'une par *Burrow*, sous le tropique, l'autre par *Lambdon*, à 12 degrés de latitude nord, ont à la vérité donné des résultats qui se combinent passablement bien avec ceux des mesures françaises, quoiqu'ils soient encore plus favorables à la théorie de Newton (1). Mais la mesure de trois degrés, faite en Angleterre par le major Mudge (2), donne, en ne la considérant qu'en elle-même, un aplatissement *sous l'équateur* de $\frac{1}{85}$. Ce résultat singulier semble prouver décidément que la figure sphéroïdique de la terre est sujette à des irrégularités que des mesures extrêmement multipliées pourront seules déterminer (3).

Conclusions géographiques. On peut donc considérer la quantité de l'aplatissement de la terre, comme suffisamment connue pour les besoins de la géographie. Il y a même encore peu de géographes qui, dans la construction des cartes tracées sur une petite échelle, aient eu égard à l'aplatissement ou à l'ellipticité de la terre. Maupertuis, [illegible] autres ont, à la vérité, calculé des tables qui indiquent l'accroissement des degrés de longitude sur un sphéroïde elliptique (4). Le géographe Bonne démontra à Rizzi-Zannoni (5), que dans sa grande carte d'Europe, celui-ci eût dû faire sentir l'effet de l'ellipticité qu'on présumait alors de $\frac{1}{179}$. Mais les mesures et les calculs ont aujourd'hui changé un des élémens de cette question. L'aplatissement de la terre, reduit à $\frac{1}{334}$ du diamètre de l'équateur, ne produisant entre ce diamètre et l'axe qui passe par les pôles, qu'une différence d'environ 7 lieues, ne donnerait pour un sphéroïde dont le grand axe aurait 3 pieds, qu'une différence de 1 ligne $\frac{1}{3}$, quantité qu'il serait très-difficile

(1) *Zach*, Correspond., XII, 488 - 493. (2) Philosoph. transact., 1803, part. II, p. 385. Comp. *Lindenau*, dans *Zach*, Corresp. XIV, 137 *sqq*. (3) *Laplace*, Mécanique céleste, II, 144. (4) *Maupertuis*, Elémens de géograph. Comp. Mém. de l'acad. des sciences, 1744, p. 466.

(5) Réfutation d'un ouvrage de *M. Rizzi-Zannoni*, intitulé : Dissertation sur différens points de géographie; par M. *Bonne*, ouvr. rare, communiqué par M. de *Lalande* à M. de *Zach*, Corresp. ast., I, 186.

d'observer avec précision dans la construction des globes. On peut donc continuer à les faire exactement sphériques. Dans la topographie et dans l'hydrographie spéciale, l'effet de l'aplatissement devient sensible, non seulement sur les degrés de latitude, mais aussi sur ceux de longitude ; il est du devoir d'un géographe soigneux d'y faire attention, en se conformant aux méthodes que plusieurs ouvrages récens donnent pour exprimer ces différences (1). Les tables annexées à ce volume, donnent des détails assez étendus sur la valeur absolue de chaque degré de longitude et de latitude, ainsi que sur la comparaison du nouveau système métrique avec les anciennes mesures. Toutefois, nous ne devons point terminer ce précis historique sur les recherches relatives à la figure du globe, sans mettre immédiatement sous les yeux du lecteur les principaux résultats de la grande mesure française ; les voici :

Bases de la nouvelle Métrologie.

	en mètres.	en pieds de France.
Le quart du méridien. .	10,000,000 . .	30784440
Le degré décimal	100,000 . .	307844,4
Le myriamètre.	10,000 . .	30784,44
Le kilomètre (2).	1,000 . .	3078,444
L'hectomètre	100 . .	387,8444
Le décamètre	10 . .	30,78444
Le mètre	1 . .	3,078444

Nouvelles divisions astronomiques.

Le quart du méridien terrestre . . . . 100°
Le degré . . . . . 100'
La minute ou prime . . . . . 100"
La seconde. . . . . 100"'

Rapport avec les anciennes mesures astronomiques.

1 degré centésimal vaut . . . . . 54'
1 minute . . . . . 32"4
1 seconde . . . . . 0"324

(1) *Puissant*, Traité de géodésie, p. 125 et suiv. *Dubourguet*, Traité de navigation, etc. (2) Le nom adopté est *kilomètre* ; mais c'est un barbarisme ; on devrait dire *kiliomètre*.

Dimensions du globe.

	en mètres.	en toises.
Rayon de l'équateur ou demi-grand axe de l'ellipsoïde terrestre	6,375,750 . .	3,271,226
Rayon du centre au pôle ou demi-petit axe.	6,356,662 . .	3,261,432
L'aplatissement aux pôles ou excès du rayon équatorial sur le rayon polaire. . . .	19,088 . .	9,794
Rayon de la terre, supposée sphérique.	6,366,206 . .	3,266,329
Circonférence de l'ellipsoïde sous le méridien de Paris.	39,999,867 . .	20,522,960
Circonférence sous l'équateur	40,059,948 . .	20,553,717

Principaux degrés.

	en mètres,	en toises.
Ancien degré de latitude sous l'équateur.	110,614 . .	56,753
Ancien degré de latitude à 45° lat. N.	111,117 . .	57,011
Ancien degré de latitude, sous le pôle.	111,612 . .	57,264
Nouveau degré de latitude sous l'équateur.	99,552 . .	51,078
Nouveau degré de latitude à 50° N. (nouv. mes.). . .	100,006 . .	51,310
Nouveau degré de latitude sous le pôle	100,449 . .	51,538

	Sur une sphère.	Sur un sphéroïde d'aplati de $\frac{1}{335}$.
Nouveau degré de longitude à 0° lat.	100,000 m.	100,149 m.
Id., à 50° lat. N. (nouv. div.).	70,711 . .	70,922
Idem, à 99° lat.	1,571 . . .	1,575

La petite valeur de ces différences, par lesquelles notre ellipsoïde terrestre se distingue d'un globe parfait, donne une haute idée de l'exactitude et de la subtilité des méthodes actuellement employées par nos astronomes et nos géomètres. Quelle finesse dans les instrumens et quelle rigueur dans les calculs n'a-t-il pas fallu pour que l'homme connût avec la dernière certitude, à quelques dixaines de toises près, les dimensions de ce vaste globe, en comparaison duquel notre corps n'est qu'un atome! Qu'on n'attribue pas du moins cette découverte aux anciens! S'il y a eu des érudits qui ont prétendu voir clairement dans quelques phrases vagues des anciens, une notion de l'aplatissement aux pôles (1), il s'en est heureusement trouvé d'autres qui y ont aperçu l'idée de l'aplatissement sous l'équateur (2); ces deux opinions opposées se détruisent donc l'une l'autre. La pensée même d'une ellipticité du globe terrestre ne pouvait naître que d'une idée claire sur la gravitation universelle. Il était donc réservé au génie de la géométrie moderne, d'entraîner l'esprit humain dans cette laborieuse recherche.

Si les anciens ont connu l'aplatissement du globe.

(1) *Freret*, Mém. de l'acad. des inscriptions, tom. XVIII, p. 112.
(2) *Burnet*, Theoria telluris sacra, p. 26, 136, 137.

LIVRE VINGT-CINQUIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des globes terrestres, de leur construction et de leurs principaux usages (1).

Pour bien fixer dans l'esprit les diverses connaissances qui forment la géographie, il a fallu avoir sous les yeux une image raccourcie de notre terre et de ses parties. La plus simple de ces représentations est le *globe terrestre artificiel;* c'est le relief de la terre en petit avec ses mers, ses continens et ses îles. On y indique aussi les montagnes, rivières et villes principales. Tous ces points ont sur le globe artificiel leur *véritable position;* ils sont représentés, dans leur ensemble et entr'eux, comme ils se trouvent sur la terre même, d'après les observations astronomiques et les mesures géodésiques. Aucune carte géographique ne peut donner que des vues perspectives d'une partie du globe, dans lesquelles il entre toujours plus ou moins d'erreurs de convention.

Description du globe artificiel.

Nous retrouvons sur le globe artificiel l'image matérielle de ces cercles mathématiques qui, dans le livre XXIII, nous ont servi à concevoir les divers rapports de la terre avec les astres, et des lieux terrestres entre eux. Ainsi, sur la surface même du globe, on doit trouver indiqués l'équateur terrestre, les tropiques, les cercles polaires; ensuite par des lignes moins fortes, les autres parallèles à l'équateur, de 5 en 5, ou de 10 en 10 degrés, selon la grosseur du globe. On voit de même les méridiens indiqués de 5 en 5 ou de 10 en 10; ils sont numérotés à leur

(1) *Bion*, Usage des globes, 1718. *Scheibel*, Instruction sur l'usage des globes artificiels (en allemand), 1779 et 1785.

point d'intersection avec l'équateur. Les parallèles à l'équateur sont également numérotés à l'endroit où ils coupent celui des méridiens, qu'on aura choisi pour le premier. L'écliptique est également marquée sur les bons globes.

Les pôles sont indiqués par deux poinçons, sur l'axe desquels le globe tourne. Ces deux poinçons sont fixement unis à un cercle de métal qui entoure le globe d'un pôle à l'autre, de sorte qu'en tournant le globe, chaque endroit terrestre passe sous ce cercle. Il sert donc de *méridien général*, et c'est ainsi qu'on l'appelle. Les degrés de latitude, et même, sur les grands globes, les minutes et secondes, se trouvent sur le méridien général.

Les supports ou les pieds de toute la machine, soutiennent une bande circulaire en métal ou en bois; elle coupe le globe, quelque position qu'on donne à celui-ci, en deux hémisphères, l'un supérieur, l'autre inférieur; elle représente ainsi l'*horizon* rationnel. Cet horizon artificiel a plusieurs cercles tracés sur sa surface; le plus intérieur marque les pôles par des degrés des douze signes du zodiaque; on y trouve aussi les noms des signes, et les jours du mois. Un autre cercle est divisé en trente-deux parties qui représentent les rumbs de vent.

Le quart de cercle pour prendre les hauteurs est destiné à remplacer le compas dans différentes recherches. C'est une petite lame de cuivre attachée au méridien général, et divisée en 90 degrés (1), qui sert à mesurer la distance et le gisement des lieux sans compas. *Le cercle horaire* est fixé sur le pôle du nord; il est divisé en 24 heures, et porte une aiguille mobile qui tourne autour de l'axe du globe. On met encore au pied du globe, une *boussole*, qui doit être fixée dans la parallèle et la méridienne de l'horizon.

Règles pour choisir un globe.

Les fabricans de globes, et surtout ceux de Paris, mettent, depuis quelques années, si peu de soin dans la délicate construction de cet instrument, qu'un amateur

(1) Il va ordinairement à 114 degrés, ou l'arc égal au diamètre.

de géographie, avant d'acheter un globe, ne saurait trop scrupuleusement en examiner la qualité. Il faut s'assurer de la correspondance parfaite des divisions marquées sur les cercles. Les degrés de l'équateur et de l'écliptique doivent être égaux entre eux, et avec ceux du quart de cercle des hauteurs. La même égalité doit se trouver entre les degrés du méridien général et l'horizon, représenté par le cercle intérieur de la bande circulaire du milieu. On examine ces divisions, en interceptant par un compas, un certain nombre de degrés, et en essayant si, avec la même ouverture du compas, on peut partout intercepter le même nombre de degrés. Le globe doit être à une distance égale du méridien général et de l'horizon, et assez loin pour ne jamais se frotter contre ces cercles. Ceci n'a lieu que dans les globes de la plus mauvaise qualité. Le globe doit être perpendiculairement balancé sur les deux poinçons qui représentent les pôles. On le voit, si, étant tourné, il s'arrête au hasard, l'on cesse d'y toucher. L'équateur doit, dans toutes positions, couper le méridien, et, s'il [illegible] en deux arcs égaux; donc il doit toujours, en tournant avec le globe, coïncider avec les points où commencent les quarts de ces cercles. Dans la sphère parallèle, il doit toujours conserver le parallélisme le plus exact avec l'horizon. De même, les tropiques et cercles polaires doivent partout coïncider avec les latitudes qui leur appartiennent.

Le réseau, ou l'ensemble des lignes représentant les cercles de longitude et de latitude, doit correspondre exactement dans toutes ses jointures; ce qui est fort rare même dans les grands globes; la surface de papier collé sur le globe, y est rarement rapportée avec une exactitude parfaite.

Construction du globe.

Le globe sert, généralement parlant, à récapituler les élémens de la géographie-mathématique; pour en faire connaître l'usage, nous allons en étudier la construction primitive. La manière la plus simple, comme la plus

exacte, de construire un globe, c'est de dessiner immédiatement sur sa surface, par les procédés que nous allons décrire, les cercles, lignes et points qu'elle doit représenter (1).

Supposons d'abord qu'on ait fixé deux points diamétralement opposés pour représenter les pôles et pour y faire passer l'axe de rotation : prenant l'un de ces points pour centre et à égale distance de chacun, on décrira un cercle qui sera l'équateur; on tracera par les pôles un autre grand cercle pour représenter le *premier méridien*, qu'on divisera en 90 degrés, à partir de l'équateur en allant vers chaque pôle ; ensuite on divisera, à partir de ce méridien, la circonférence de l'équateur de degré en degré. Ces deux cercles étant déterminés, il est facile de placer sur le globe un lieu dont on connaîtra, par les tables géographiques, la latitude et la longitude ; car il suffira de marquer la première sur le premier méridien, et par le point où elle tombe, on décrira, en prenant le pôle pour le centre, le cercle parallèle à l'équateur, passant par le lieu proposé; puis menant par le point de l'équateur sur lequel tombe la longitude, et par les pôles un demi-cercle, on aura le méridien dont la rencontre avec le parallèle marque la position de ce lieu.

C'est par ce moyen que l'on trace de dix en dix degrés (ou de cinq en cinq) les *cercles de latitude* et de *longitude*, marqués sur le globe. Nous ferons, au sujet de ces cercles, une remarque peut-être un peu trop élémentaire pour la plupart de nos lecteurs.

Décroissement des degrés des parallèles.

Les *cercles de latitude* sont parallèles à l'équateur : ils diminuent donc nécessairement, jusqu'à ce que le dernier cercle de latitude s'identifie avec le point même du pôle. Les *cercles de longitude* ou *les méridiens*, vont de pôle à pôle, et coupent l'équateur perpendiculairement ; à très-peu de chose près, ils sont égaux. On ne compte les degrés de latitude que sur les cercles de longitude, et

(1) *Varenius*, Géographie générale, Liv. III, ch. 32, prop. 5.

vice versâ. Les *degrés de latitude* sont par conséquent de petits arcs de $\frac{1}{360}$ d'un *cercle de longitude*, interceptés par deux *cercles de latitude*. Donc ils seraient égaux sans cette petite différence qui vient de l'aplatissement, et qui les fait croître un peu vers les pôles. Les *degrés de longitude* sont de petits arcs de $\frac{1}{360}$ d'un *cercle de latitude*, interceptés par deux *cercles de longitude*. Donc les degrés de longitude vont en diminuant, à mesure que les cercles de longitude se rapprochent; et dans le point où tous ces cercles, jusque-là convergens, se coupent, c'est-à-dire au pôle, il n'y a plus de longitude.

La numération des latitudes commence à l'équateur; elle a par conséquent une origine déterminée par les circonstances mêmes du mouvement de la terre; il n'en est pas ainsi de la longitude, car tous les méridiens étant de grands cercles, la nature ne fournit aucun motif pour en choisir un préférablement à tout autre, comme terme d'où on comprend la longitude, ou comme *premier méridien*; aussi les géographes des diverses nations ont-ils beaucoup varié dans ce choix.

Premier méridien.

Ptolémée a placé son premier méridien aux îles Fortunées (aujourd'hui les Canaries), parce que c'était la limite la plus occidentale des pays connus alors; et comme leur étendue d'orient en occident était plus considérable que celle du midi au nord, la première reçut le nom de longitude (ou longueur), et la seconde celui de latitude (ou largeur) qu'elles portent encore aujourd'hui. Ce premier méridien des anciens n'est pas connu d'une manière certaine, puisque sa position dépend du sens précis qu'on veut donner à l'appellation d'*îles Fortunées*, sens que nous avons discuté dans l'Histoire de la géographie.

Pour rendre uniforme la manière d'exprimer les longitudes dans les géographies françaises, Louis XIII ordonna, par une déclaration expresse, de placer le premier méridien à l'*île de Fer*, la plus occidentale des *Canaries*. Delille, le premier qui mit de la précision dans

ies déterminations géographiques, fixa la longitude de Paris à 20 degrés à l'est de ce méridien. Des observations plus exactes encore ayant appris que la différence de longitude entre Paris et le bourg principal de l'île de Fer était de 20° 5' 50", il a fallu avancer le premier méridien de 5' 50" à l'orient de ce point; en sorte qu'il n'est plus qu'un cercle de convention qui ne passe par aucun lieu remarquable.

Les Hollandais avaient fixé leur premier méridien au *Pic* de Ténériffe, montagne située dans l'île de ce nom, et qu'on regardait alors comme la plus élevée du globe.

Gérard Mercator, fameux géographe du 16e siècle, a choisi le méridien qui passe par l'île *Del Corvo*, une des Açores, parce que dans son temps, c'était la ligne sur laquelle l'aiguille aimantée ne souffrait aucune variation. Il faut avouer que c'est le point de départ le plus naturel et le plus commode, par rapport aux mappemondes.

Les géographes ne se sont trouvés d'accord que pour le maintien d'un abus: c'est de n'entendre, par le nom de méridien à un lieu, que la moitié du grand cercle, correspondant au méridien céleste; l'autre moitié qui est dans l'hémisphère opposé, par rapport aux pôles, est quelquefois appelé l'*antiméridien*. Méridien et antiméridien.

Les géographes commencent à compter les longitudes du côté oriental du premier méridien qu'ils ont choisi, et poursuivent dans le même sens, sur toute la circonférence de l'équateur, jusqu'à ce qu'ils soient revenus au côté occidental du méridien. Par cette manière de compter, les longitudes peuvent s'élever jusqu'à 360°.

Ces conventions ont été changées par les marins, surtout depuis que les observations astronomiques sont devenues d'un usage général dans la navigation; les tables qui indiquent l'heure des phénomènes célestes et la position des astres à diverses époques, étant toujours calculées pour le méridien de l'observatoire principal de chaque nation, les navigateurs ont trouvé plus simple de rapporter à ce méridien les points des routes qu'ils Longitudes comptées à la manière des marins.

parcourent. C'est ainsi que les marins français comptent tous du méridien de l'observatoire de Paris, et les Anglais de Greenwich. Observons, en outre, que les marins concluent la longitude de la différence du temps qui s'écoule entre le passage des méridiens par un même astre ou de la différence des heures que l'on compte au même instant en deux lieux différens. Si on s'est avancé vers l'orient, on compte plus que sous le méridien d'où l'on est parti ; le contraire a lieu quand on s'avance vers l'ouest. D'après ces considérations il est nécessaire, quand on convertit une différence de temps en une différence de longitude, d'indiquer si elle est *orientale* ou *occidentale*. Dans cette manière de compter, on marque toujours la longitude par le côté le plus près du premier méridien, en sorte que les longitudes n'embrassent que la demi-circonférence, ou ne s'élèvent pas au-delà de 180°, et que le globe se trouve partagé en deux hémisphères par rapport au premier méridien ; dans l'hémisphère situé à l'ouest, les longitudes ont la dénomination d'*occidentales* ; elles sont *orientales* dans l'autre. Toutes les cartes marines sont établies d'après ce système de numération.

Réduction des longitudes géographiques.

Ces diversités dans la manière de compter la longitude, nécessitent des calculs de réduction. On est obligé, avant de pouvoir se servir d'une carte, d'examiner quel est le méridien adopté par le géographe, « ce qui souvent » embarrasse même les personnes instruites (1). »

Lorsqu'il s'agit des longitudes comptées d'après la méthode des géographes, c'est-à-dire en faisant le tour entier du globe par l'orient, il faut prendre la différence de longitude des deux méridiens que l'on compare ; et si le méridien duquel on veut partir est à l'occident de l'autre, on doit ajouter cette différence à toutes les longitudes comptées de cet autre ; dans le cas contraire, on la retranchera.

Par exemple, Moscou est à 35 deg. 17 min. 45 sec.

(1) *D'Alembert*, dans l'*Encyclopédie*.

du méridien de Paris ; à combien est-il de celui de Greenwich ? Ajoutez la différence, qui est 2 deg. 20 min. 15 sec., et vous aurez le résultat : 37 deg. 33 min. En voici un autre : Paris est à 20 deg. du méridien de l'île de Fer ; à combien est-il du méridien hollandais de Ténériffe ? Ce méridien étant à un degré plus à l'orient que l'autre, retranchez 1 de la longitude donnée ; et vous aurez 19. Il arrive dans ce calcul deux cas particuliers. Le résultat par addition peut surpasser 360 degrés ; par exemple, Madrid est à 353° 57' 40" de Paris, en comptant à la manière des géographes ; à combien de l'île de Fer ? Vous trouvez, en ajoutant la différence des méridiens, 373 deg. 57' 40", mais comme cette somme surpasse la valeur du cercle entier, vous voyez que vous avez repassé une seconde fois par le méridien de l'île de Fer ; il faut donc en retrancher 360°, et vous aurez 13° 57' 40". De même il arrive que la longitude donnée est moindre que la différence des méridiens qu'on doit en retrancher ; dans ce cas, on ajoute 360° à la longitude, puis on en retranche la différence, et on trouve la somme cherchée. Par exemple, l'île Gomère est à 3a' de l'île de Fer ; vous demandez à combien elle est du méridien de Ténériffe ? Ajoutez 360° à 3a', retranchez la différence et vous aurez 359° 3a' qui est la longitude demandée. On aperçoit la raison de ces opérations en les répétant sur un globe.

Réduction des longitu. des nautiques.

La réduction des longitudes comptées à la manière des navigateurs, est de bien plus d'usage. Si on part du même méridien, toutes les longitudes marines orientales jusqu'à 180°, sont les mêmes que dans la manière de compter des géographes ; à l'égard des longitudes marines occidentales, il suffit de les retrancher de 360° pour les ramener à la numération des géographes. En voici un exemple : la baie d'Otaïtipiha, dans l'île d'Otaïti, a été déterminée par les navigateurs à 151° 55' 45" de longitude occidentale du méridien de Paris ; si de 360° on retranche 151° 55' 45", la différence qui est 208° 4' 15", sera la longitude comptée à la manière des géographes. Il

est évident que par une opération inverse, on peut transformer en longitude nautique les longitudes géographiques au-dessus de 180 degrés, en les retranchant de 360°.

Si on part de deux méridiens différens, il faut remarquer de quel côté le méridien auquel on veut rapporter les longitudes, est placé par rapport à l'autre, pour retrancher leur différence de toutes les longitudes de même dénomination que ce côté, et l'ajouter à toutes celles de dénomination contraire. Un exemple fera mieux comprendre cette règle. Le méridien de l'observatoire de Paris étant de 2° 20' 15" à l'orient de celui de Greenwich, toutes les longitudes orientales par rapport à Greenwich, doivent être diminuées de cette quantité pour se rapporter au méridien de Paris, et les longitudes occidentales doivent être augmentées de cette quantité. C'est ainsi que la longitude du cap de Bonne-Espérance, étant de 18° 23' 15" à l'est du méridien de Greenwich, devient de 16° 3' à l'est de celui de Paris; au contraire, le cap Horn, placé par les Anglais à 67° 21' 15" à l'ouest de Greenwich, se trouve à 69° 41' 30" à l'ouest de Paris.

Dans ces réductions comme dans celles des longitudes géographiques, il peut arriver que les points à réduire tombent entre ces deux méridiens, ou entre leurs méridiens opposés. Le lieu qui est oriental par rapport à l'un, devient alors occidental à l'égard de l'autre. Dans le premier cas, on ne peut plus retrancher de la longitude à réduire la différence des deux méridiens proposés; il faut faire le contraire, et changer la dénomination. Dans le second cas, le nombre qui résulte de l'addition de la différence des méridiens avec la longitude comptée du méridien qu'on veut changer, surpasse 180°, parce qu'il se trouve au-delà du méridien opposé à celui auquel on rapporte les longitudes; il faut la retrancher de 360° ou de la circonférence entière, pour la faire partir d'un côté contraire au même méridien : la longitude change par conséquent encore de dénomination.

Douvres, par exemple, est à 1° 18' 30" à l'orient de

Greenwich ; en retranchant cette longitude de la différence des méridiens, 2° 20' 15", il restera 1° 1' 45", ce qui est la longitude *occidentale* de Douvres à l'égard du méridien de Paris. Voici un exemple du deuxième cas : à l'île de la Tortue, située dans la mer Pacifique, les Anglais comptent 177° 57' ouest de longitude ; en y ajoutant 2° 20', on trouve 180° 17' : ce lieu est donc 17' au-delà du méridien opposé à celui de Paris ; et en retranchant 180° 17' de 360°, on a 179° 43' de longitude est, à l'égard du méridien de Paris.

Dès qu'on a tracé sur le globe les principaux cercles de longitude et qu'on y a placé les lieux connus par des observations, et qui sont ordinairement les capitales des Etats, les ports les plus fréquentés et les promontoires les plus saillans, il ne reste qu'à remplir les espaces intermédiaires en dessinant, d'après les meilleures cartes géographiques, les sinuosités des rivages, le cours des fleuves et l'enchaînement des montagnes. Mais comme tous les matériaux de ces dessins doivent être pris dans les cartes dont nous enseignerons la construction dans les Livres suivans, il serait prématuré de parler ici plus au long des règles qu'il faut observer pour en choisir les meilleurs et pour les transporter sur le globe avec le plus d'exactitude. Remarquons seulement que cette manière de dessiner les détails géographiques immédiatement sur une boule de cuivre, de bois ou d'une autre matière quelconque, n'est employée que par des amateurs de la science qui veulent s'instruire en s'amusant, ou par des géographes chargés particulièrement de satisfaire le goût de quelque grand seigneur. Les fabricans des globes se servent d'une méthode moins lente, moins coûteuse, et qui leur permet de multiplier les exemplaires ; ils font dessiner et graver une carte générale du monde, distribuée en des *fuseaux*, c'est-à-dire des segmens sphériques dont ils couvrent ensuite la boule destinée à devenir un globe terrestre. La manière de tracer des fuseaux sera indiquée en son lieu.

Manière ordinaire de faire des globes.

Usages du globe. Distance des lieux.

Le premier usage qu'on peut faire du globe, c'est de déterminer la distance d'un lieu à un autre. La plus courte distance de deux points sur la sphère se mesure par l'arc du grand cercle qui les joint; et comme tous les grands cercles sont égaux, les degrés d'un grand cercle quelconque contiennent le même nombre de mesures itinéraires que celles du méridien : on prend donc avec un compas l'ouverture de l'arc compris entre les points proposés, pour la porter sur le méridien ou sur l'équateur qui sont gradués.

Si, par exemple, l'arc compris entre deux lieux marqués sur le globe, et rapporté sur le méridien, contient 2° 45', on aura la plus courte distance de ces points en mesures itinéraires, en convertissant les degrés et minutes en lieues marines à raison de 20 au degré ; on obtiendra d'abord 400 lieues pour les 20°, et chaque minute valant un tiers de lieue ou un *mille nautique*, les 45' donneront 15 lieues; ainsi le résultat total sera de 415 lieues marines.

Les géographes soigneux substituent à l'opération faite sur le globe, le calcul qui conduit à un résultat plus précis. Considérons par exemple le triangle sphérique APL, *fig.* 6, formé par les méridiens AP et PL des lieux A et L dont on cherche la distance, et par l'arc du grand cercle AL, qui les joint. On connaît dans ce triangle les côtés AP et PL, qui sont les distances des points A et L au pôle P, ou le complément de leurs latitudes, et l'angle APL mesuré par leur différence de longitude ; les règles de la trigonométrie sphérique donneront en degrés et parties de degrés, le côté AL, que l'on convertira en mesures itinéraires. Si les lieux A et L étaient dans deux hémisphères différens, l'une des distances au pôle serait plus grande de 90° que la latitude de l'un de ces points (1).

(1) Quelques-uns de nos lecteurs verront peut-être avec plaisir un exemple de ce genre de calcul.

On demande la distance de Paris à Philadelphie. Longitude ouest

Lorsque les lieux dont on veut déterminer la distance sont sous le même méridien, il suffit de prendre la différence de leurs latitudes et de la convertir en mesures itinéraires. Une différence de quelques minutes en longitude n'a pas un effet sensible sur le résultat; ainsi on ne se tromperait guère d'une lieue en mesurant la distance de Paris à Alger sur le méridien de Paris, quoiqu'il soit à 41' plus à l'occident qu'à celui d'Alger.

Remarque sur la mesure des distances.

On doit se garder de prendre la différence de longitude en degrés de deux points situés sur le même parallèle pour la mesure de leur distance; cela ne peut se faire qu'à l'égard des points de l'équateur, qui est un grand cercle; mais ses parallèles étant de petits cercles dont le rayon diminue à mesure qu'on s'approche des pôles, il suit du principe énoncé ci-dessus que la longueur absolue de leurs arcs ne donne point la véritable mesure de la plus courte distance des extrémités de ces arcs; cette distance ne saurait être mesurée que par un grand cercle passant par les deux points extrêmes. En effet, le rayon du parallèle étant plus court que celui du grand cercle, l'arc du parallèle a plus de courbure que celui du grand cercle

---

Philadelphie. 77° 36' o". Long. de Paris, o° o' o". Différence de longitude A = 77° 36' o" Lat. N. de Paris 48° 50' 15"; donc le complément B = 41° 9' 45". Lat. N. de Philadelphie, 39° 56' 57"; donc le complément C = 50° 3' 3". Multipliez la *tangente* B par le *cosinus* A, vous aurez une tangente que nous nommerons x. Il faut la retrancher de C, si A est au-dessous de 90°, et l'additionner si A est au-dessus. Il en résulte la quantité que nous nommerons y. Maintenant on dira : comme le cosinus x est au cosinus B, ainsi est le cosinus Y au cosinus de la distance demandée D. Le calcul se fait au moyen des tables des sinus.

log. Tang. B =	9.94165	log. Cos. x =	9.90249
log. Cos. A =	9.33190	log. Cos. B =	9.87670
log. Tang. x =	9.27965	log. Cos. y =	9.88790
donc x =	10°37'48"	log. Cos. D =	9.77211
donc	50° 3' 3"	donc D =	53°42'50"
x + y =	39°25'15"	= 1074 lieues de 20 au degré.	

Voyez les Trigonométries et les formules générales dans *Puissant*, Traité de géodésie, art. 89, Comp. art. 30.

compris entre les mêmes points, et est par conséquent plus long. En voici un exemple frappant. Pétersbourg est presque sous la même latitude que l'île de Kodiak, dans l'Amérique russe; la différence en longitude est d'environ 180 degrés, valant sous ce parallèle 1800 lieues marines; mais la plus courte distance de ces deux lieux est, en comptant sur un méridien qui leur est presque commun, 60 degrés de latitude, valant 1200 lieues. Il est vrai que pour en profiter, il faudrait passer par les glaces éternelles du pôle. Ainsi, en géographie comme en politique, le chemin droit n'est pas toujours le plus avantageux.

Il est donc nécessaire, dans beaucoup de cas, de mesurer les distances sur les parallèles, et, par conséquent, de savoir exactement la valeur des degrés de longitude marqués sur les cercles parallèles. Le globe rend sensible aux yeux la diminution de ces degrés vers les pôles; nos tables l'indiquent en détail (1). Mais il faut en connaître le principe mathématique. La longueur des degrés marqués sur les parallèles, est proportionnelle aux rayons des cercles; or, les rayons de l'équateur et de ses parallèles sont des perpendiculaires abaissées des différens points du méridien sur le diamètre de chacun de ces cercles, comme dans la *figure* 6 les lignes EC et HK. Si l'on prend par conséquent le rayon EC pour la longueur du degré de l'équateur, et qu'on le divise en vingt parties représentant des lieues marines, le nombre de ces parties que pourra contenir le rayon HK du parallèle LM, fera connaître la valeur du degré de ce parallèle en lieues. Il en suit que pour déterminer la longueur des degrés sur chaque parallèle, il suffit de décrire sur une ligne EC, qui représente la longueur du degré du méridien ou de l'équateur, un quart de cercle EP, le diviser en degrés et abaisser des perpendiculaires de chaque point de division sur le rayon CP; ces lignes seront les longueurs respectives du degré des parallèles pour toutes les latitudes.

Loi du décroissement des degrés de longitude.

(1) Voyez les *Tables* annexées à ce volume.

La ligne IK étant le sinus de l'arc PH et le cosinus de l'arc EH, dont l'un mesure la distance du parallèle HM au pôle, et l'autre la latitude de ce parallèle, on voit qu'en prenant pour unité le degré de l'équateur, celui d'un parallèle quelconque sera le cosinus de la latitude, donné par les tables trigonométriques. Par exemple, la latitude de Paris étant 48° 50', et le cosinus de cet angle étant 0,658 du rayon; en multipliant ce nombre par 20 lieues marines, on aura pour la valeur du degré du parallèle 13 lieues $\frac{20}{100}$. A la latitude de Pétersbourg ou 60°, le degré de longitude est réduit à 10 lieues, parce que le cosinus de 60° est la moitié du rayon.

Rapport des lieux aux points de l'horizon.

Nous avons indiqué ce qu'on doit entendre par *nord* et *sud*, *est* et *ouest*; c'est en bien étudiant le globe que l'on parvient à saisir parfaitement la valeur de ces termes. Deux endroits terrestres, situés sous le même méridien, sont directement nord et sud, l'un de l'autre, et tous les endroits intermédiaires, c'est-à-dire, tous les points de la ligne de distance sont également nord et sud l'un de l'autre, et tous réciproquement sur la même aire du compas. De même, deux points quelconques, pris sous l'équateur terrestre, sont directement est et ouest l'un de l'autre, et tous les points intermédiaires le sont également et se trouvent réciproquement sur le même rumb.

Si l'on prend deux endroits, qui ne se trouvent ni sous le même méridien, ni sous l'équateur, quelle que soit d'ailleurs leur position relative, aucun des points intermédiaires ne sera, par rapport aux autres points, sur la même aire du compas. Car l'arc de grand cercle qui mesure la distance, est un arc de cercle vertical qui passe par le zénith des deux lieux en question; or, tout cercle vertical qui n'est lui-même ni un méridien, ni perpendiculaire aux méridiens terrestres (comme l'équateur), coupera tous les méridiens intermédiaires sous des angles inégaux entre eux. Mais ce sont ces angles de position qui déterminent l'aire du compas, sur laquelle un endroit est relativement à un autre. Donc, comme tous les endroits in-

termédiaires entre les deux endroits en question, offriront des angles de position inégaux en degrés, chacun d'eux sera sur une autre aire de l'endroit suivant, que l'endroit précédent n'était de lui. Ainsi, en suivant la route la plus courte, entre deux endroits situés hors l'équateur et sous des méridiens différens, on changerait à chaque pas de rumb. C'est ce que démontre la *figure* 17, où PE représente un méridien, EGI l'équateur, HLQ un parallèle, et HIK le grand cercle perpendiculaire au méridien en H. On peut y remarquer aussi que tous les grands cercles perpendiculaires au même méridien se rencontrent en deux points opposés, I et *i*, qui sont les pôles de ce méridien. Ces grands cercles s'approchent donc continuellement les uns des autres; et ce n'est que dans un très-petit espace, de chaque côté du méridien PE*p*, qu'on peut regarder comme parallèles entre eux les cercles IE*i* et IH*i*; ce n'est donc aussi que dans une petite étendue qu'on peut regarder comme parallèles les lignes *est* et *ouest*, et les perpendiculaires à la méridienne (1).

Lignes est et ouest.

Le grand cercle IHK, perpendiculaire au méridien *p*'EP, coupe les autres méridiens, comme *p*'LP, sous des angles différens pour chacun, tandis que le parallèle HLQ les rencontre tous à angle droit. Il résulte de-là qu'en allant du point H au point L sur le parallèle, on se détourne à chaque instant de l'alignement qu'on avait d'abord suivi, pour se remettre à angle droit avec les divers méridiens sous lesquels on passe, et qui tendent tous au pôle P. Ce n'est donc qu'avec le secours d'une boussole, ou, plus exactement encore, en déterminant de proche en proche la position du méridien, et en se maintenant toujours à la même latitude, qu'on trace sur la surface terrestre un parallèle à l'équateur, ou qu'on s'avance directement, soit à l'*est*, soit à l'*ouest*.

Route du navigateur.

Cette différence entre les points *est* et *ouest* du monde et ceux de chaque lieu en particulier, influe sur la navi-

(1) Voyez ci-après : *Projection de la carte de Cassini*.

gation et sur les cartes marines. Le navigateur cherche, autant que possible, à naviguer sur le même rumb, du moins pour un certain temps; il ne peut pas sans cela savoir où il dirige sa course. D'ailleurs, il faut d'abord diriger sa route de sorte qu'on arrive à l'endroit où l'on veut aller; et secondement, on doit y aller par le plus court détour possible. Si le vaisseau navigue toujours est et ouest sous l'équateur, sa route sera un arc de l'équateur, et, par conséquent, le plus court chemin entre deux endroits situés sous l'équateur. Si le vaisseau est dirigé constamment nord ou sud, il décrira un arc d'un méridien, et en même temps le plus court chemin entre l'endroit de départ et celui d'arrivée. Si le vaisseau, hors l'équateur, navigue constamment est ou ouest, il décrira un parallèle à l'équateur. Donc, si l'endroit de sa destination est à l'est ou à l'ouest de celui du départ, et sous le même parallèle, le vaisseau y arriverait à la vérité, en allant toujours sur le même rumb, mais par un chemin quelquefois très-long.

Si, au contraire, un vaisseau se dirige constamment vers le même point du compas, ce point n'étant pas un des quatre cardinaux, il décrira sur le globe *une courbe, qui ne rentre point dans elle-même, mais qui tourne en spirale à l'infini, en s'approchant toujours du pôle, sans jamais y arriver.* Voilà la définition théorique de la *ligne loxodromique.* On peut encore la définir ainsi : une courbe qui entoure le globe, à plusieurs révolutions, et dans laquelle chaque point est situé envers tous les autres sur la même aire du compas. Ligne loxodromique.

Cette ligne a été découverte par *Pierre Nonnius*, mathématicien portugais, auquel un navigateur demanda la cause d'un phénomène qui, sans doute, étonnerait ceux qui n'auraient point lu ce que nous venons de dire. On demande *pourquoi, en se dirigeant constamment sur l'aire d'est pour aller à une place située réellement à l'est d'une autre (par la plus courte route), on n'y arrive jamais, et même on s'en éloigne de plus en plus?* La raison est qu'en

suivant toujours le même rumb hors l'équateur, et en changeant de méridien, on ne décrira point l'arc du grand cercle qui mesure la distance de deux endroits, mais une spirale ou loxodromique, qui ne passera jamais par l'endroit cherché.

Il faut qu'on se dirige sur la loxodromique qui passe par les deux endroits, ou sur une ligne qui coupe les méridiens intermédiaires sous un angle égal à l'angle d'inclinaison de la loxodromique qui passe par les deux endroits (1).

Il y a deux points sur le globe où il n'y a ni *est* ni *ouest*; ce sont les deux pôles.

Mesure de la superficie du globe.

On peut encore considérer le globe sous le rapport de l'étendue de sa surface; nous avons vu qu'elle était de 16,501,200 lieues marines carrées, en supposant la terre une sphère. Si l'on veut connaître l'étendue d'une zone quelconque, renfermée entre deux cercles parallèles, la géométrie nous apprend que la surface d'une zône sphérique est à l'aire de la sphère, comme la distance des parallèles qui la terminent est au diamètre; et cette distance répond sur le diamètre, à la différence des sinus des latitudes de chaque parallèle, ainsi que cela se voit sur la *fig.* 8, par la ligne CK, différence entre CP et KP. Si par exemple nous voulons évaluer la zone comprise entre le 48e et le 49e parallèles, et dans laquelle se trouvent Paris et ses environs, nous dirons :

Le sinus de 49° étant	0,755
Celui de. . 48°	0,743
La différence. . . .	0,012

réduite à la moitié 0,006, nous montre que cette zone renferme les $\frac{6}{1000}$ ou les $\frac{3}{500}$ de l'aire totale du globe; celle-ci étant estimée de 16,501,200 lieues carrées, on conclut que la zone renferme 99,007 lieues carrées.

(1) *Maupertuis*, Discours sur la parallaxe de la lune, 2, 12, 13. 14. Les Mém. de l'acad. des sciences, pour 1754. *Varenius*, ch. 29, et *Dubourguet*, Traité de navigation.

Avec cette donnée, nous calculerons facilement l'étendue de chaque espace compris entre deux parallèles et deux méridiens donnés ; elle est nécessairement dans le même rapport à la zone entière que la différence de longitude des deux méridiens est à la circonférence entière ; on trouve par conséquent la valeur du quadrilatère terminé par deux méridiens distans d'un degré, et par le 48e et le 49e parallèles, en prenant la 360e partie du nombre 99007, qui indique l'aire totale de la zone ; ce quadrilatère est de 275 lieues carrées environ.

Utilité des calculs précédens.

Comme toutes les cartes sont partagées par les méridiens et les parallèles en des quadrilatères qui ont ordinairement 1, 5 ou 10 degrés, on conçoit qu'un semblable calcul, fait pour chaque zone et pour chaque quadrilatère comprenant un degré de longitude et un degré de latitude, donnerait une suite de résultats à l'aide desquels *on évaluerait presque sur-le-champ*, soit sur le globe, soit sur les cartes, l'étendue de chaque région terrestre.

On n'aurait qu'à examiner combien de quadrilatères d'une valeur égale en degrés seraient inscrits ou circonscrits à la figure du pays qu'on voudrait mesurer, en prendre la valeur en lieues carrées dans la Table, et ensuite estimer celle des lisières qui se trouveraient tomber hors les limites de ces quadrilatères. Par ces moyens empruntés à la trigonométrie *sphérique*, on éviterait les erreurs qui ont presque nécessairement lieu lorsqu'on veut se servir de *l'échelle* de nos cartes ordinaires pour mesurer, d'après les règles de la trigonométrie *plane*, la surface carrée des diverses régions de la terre. Les cartes qui représentent une surface sphérique sur une surface plane, donnent inévitablement les espaces trop grands ou trop petits, soit au centre, soit à la circonférence ; leurs *échelles* ou modules de mesure ne peuvent point s'appliquer uniformément à leur surface.

Un géomètre allemand (1) a calculé, d'après ces prin-

(1) *Klugel*, Annuaire astronomique de Berlin, pour l'an 174.

cipes, des *Tables de la surface carrée des zones* dont nous avons inséré une traduction à la fin de cet ouvrage. Nous allons montrer, par un exemple, l'usage de ces calculs.

Calcul d'après les tables aréométriques.

L'état de *Pensylvanie* est limité au nord par le parallèle de 42° et au sud par le parallèle de 39° 43' 25"; il s'étend, dans le sens des longitudes, depuis 2° est (de Washington) à 356° 37' 30" ouest. Il n'y a qu'au nord un petit triangle vers le lac Erié, et une lisière comprise dans la courbure de la Delaware, qui dépasse cette figure; ces surfaces à ajouter égalent les coins des états voisins qui entrent dans la figure indiquée, et qui sont à retrancher; on peut donc considérer cette figure comme la surface totale de la Pensylvanie. Maintenant les quatre zones de 40 à 40° 30', de là à 41°, à 41° 30' et à 42°, doivent, d'après les Tables, avoir une surface de 217,345.77 lieues carrées de 20 au degré. Mais la zone entre 39° 43' 25" et 40° n'a que 16' 35" de largeur; il faut donc que la surface de la zone entière du demi-degré qui, selon les Tables, est = 55312 lieues carrées, soit multipliée par $\frac{16° 55'}{30'} = \frac{995''}{1800''}$. Ce qui donne pour la surface de cette petite zone 30599.11 lieues carrées, somme qui, ajoutée à celle des quatre zones de demi-degrés, forme un total de 24794.88 lieues carrées pour la surface de toute la zone terrestre, comprise entre les latitudes 39° 43' 25" et 42°. Maintenant, la Pensylvanie n'occupant sur cette zone que 5° 21' 30" de longitude, l'aire de la zone entière est à celle de la Pensylvanie, comme 360° à 5° 21' 30", ou comme 1296000 à 19290, ce qui donne pour la surface de la Pensylvanie 3690.48 lieues carrées de 20 au degré. Il est évident qu'on peut abréger ce calcul si l'on connaît, par les Tables, quelle est la surface d'un quadrilatère, compris entre deux méridiens et deux parallèles, distans chacun d'un degré ou

p. 173. Comp. *Mayer*, Introduction complète à l'Art de tracer des cartes géograph., etc., p. 192 (en all.).

d'un demi-de[illegible] compte ces quadrilatères, et une si[illegible]n donne le résultat demandé, sauf a[illegible]aleurs des quadrilatères incomplets que [illegible]cilement par une règle de proportion.

Les géomètres s'apercevront que ces évaluations ne sont rigoureusement exactes que dans la supposition de la terre sphérique; l'inégalité des degrés qui résulte de l'ellipticité de la terre, occasionne une petite différence entre l'aire d'une zone, prise sur la sphéroïde, et une autre prise sur la sphère. Mais cette différence, qui dépend de la quantité de l'aplatissement total du globe, est bien peu sensible, et ne s'élève sur une zone de 100,000 lieues carrées sous une latitude moyenne qu'à 2 ou 300 lieues carrées, tout au plus. D'ailleurs, les géomètres qui ont proposé des formules algébriques pour calculer la surface des zones de l'ellipsoïde, et qui ont promis de publier des Tables calculées d'après ces formules (1), pensent eux-mêmes que les irrégularités du sphéroïde terrestre ne sont pas encore connues d'une manière rigoureusement exacte. Remarque sur ces calculs.

Nous avons considéré le globe sous ses principaux rapports géométriques; il nous resterait d'après l'antique usage des géographes, à enseigner comment on résout, au moyen du globe artificiel, diverses questions élémentaires. Mais d'abord nos lecteurs doivent déjà avoir senti que les solutions exactes de ces problèmes sont données par le calcul trigonométrique, et non pas par le globe; en second lieu, les questions qu'on cherche ordinairement à résoudre par le globe, sont pour la plupart ou trop puériles ou trop étrangères à la géographie pour mériter une mention dans cet ouvrage. Nous nous bornerons à quelques courtes indications. Diverses questions résolues par le globe.

(1) De *Zach*, Correspond., I, 181-184. *Pasquich*, ibid., 413, et IX, 301-305. Comp. *Klugel*, Annuaire astronom. *Berlin*, de 1790,

Trouver les positions géographiques.

On trouve la latitude d'un lieu terrestre quelconque en faisant tourner le globe jusqu'à ce que [illegible] sous le méridien fixe, et en lisant le degré [illegible] sur ce lieu. La longitude du même lieu [illegible] l'équateur au point sur lequel passe le méridien. Réciproquement la position d'un lieu dont on connaît la longitude et la latitude, se trouve en amenant sous le méridien le point de l'équateur qui a cette longitude, et en comptant sur le méridien la latitude donnée avec sa dénomination ; le point où elle se détermine répond sur le globe à celui qu'on cherche.

L'heure que l'on compte dans un pays, lorsqu'il est midi dans un autre, s'obtient en plaçant ce dernier sous le méridien, et en fixant sur 12 heures l'aiguille du cadran qui environne le pôle, puis en faisant tourner le globe jusqu'à ce que le lieu dont on cherche l'heure soit arrivé sous le méridien ; l'aiguille marque alors sur le cadran l'heure demandée : elle est *après midi*, si l'on a fait tourner le globe à l'orient, et *avant midi* dans le cas contraire.

Trouver la longueur des jours.

Si on veut connaître la longueur du plus grand jour pour tous les points d'un hémisphère, soit du septentrional, par exemple, on n'a qu'à placer le méridien de manière que le bord du cercle polaire arctique rase l'horizon du globe ; cet horizon représentera alors le cercle d'illumination. Si l'on amène dans le méridien un point quelconque de l'hémisphère proposé, qu'ensuite on fixe l'aiguille du cadran polaire sur 12 heures, et qu'on fasse tourner le globe vers l'orient jusqu'à ce que le point remarqué entre dans l'horizon, l'aiguille s'arrêtera sur l'heure à laquelle ce point passe de la partie éclairée à la partie obscure, qui est celle du coucher du soleil. Le nombre d'heures parcourues sur le cadran sera la moitié de la durée du jour cherché. En plaçant le pôle plus près de l'horizon, on donnera à ce cercle la position que prend le cercle d'illumination dans les temps qui précèdent et qui suivent les solstices, et on connaîtra [illegible] comme

ci-dessus, la longueur du jour dans chaque pays. Dans cette [illegible] tous les points qui se trouvent en même [illegible] bord occidental de l'horizon sont ceux qui, [illegible] fois de la partie obscure dans la partie éclairée, voient le soleil se lever au même moment. Ceux qui sont sur le bord oriental le voient coucher à ce moment; et il passe alors au méridien pour tous ceux qui sont placés sur ce dernier cercle.

Trouver les points du lever et du coucher du soleil.

On marque ordinairement sur l'horizon des globes les directions des vents, à l'égard de la ligne méridienne, et les noms qu'on leur assigne; on peut par conséquent connaître la position d'un lieu à l'égard du soleil, au moment où cet astre paraît se lever ou se coucher, en observant par quel point de l'horizon le lieu proposé passe de la partie obscure dans la partie éclairée, ou de celle-ci dans l'autre. Le globe, ainsi tourné, fournit le moyen de représenter physiquement tous les phénomènes du mouvement annuel de la terre. Il suffit de le placer dans l'obscurité, et de l'éclairer par une forte lumière, répondant perpendiculairement au centre de l'horizon, et à une distance un peu considérable par rapport au diamètre du globe; on obtiendra les mêmes phénomènes que produit le soleil pendant la rotation de la terre, relativement aux diverses positions que prend l'axe de la terre à l'égard de cet astre.

Mesurer les distances.

On mesure la distance de deux lieux en plaçant l'un de ces points sur le méridien, puis en amenant au-dessus l'attache du cercle des hauteurs, et en faisant tourner cet arc de cercle autour de son attache, jusqu'à ce qu'il passe par l'autre point proposé. Le nombre de degrés et parties de degrés marqué à ce point étant réduit en mesures itinéraires, donnera la distance demandée.

Rectifier le globe.

Si l'on veut connaître sur quel alignement l'un de ces deux est situé par rapport à la méridienne de l'autre, il faut d'abord placer le globe de manière que le second point réponde au centre de l'horizon, c'est-à-dire *rectifier*

le globe pour ce point. On y parvient en prenant sa latitude et en faisant mouvoir le méridien [illegible] *parallèlement* avec l'horizon, jusqu'à ce que [illegible] pôle le plus voisin soit égale à cette latitu[illegible] se trouve alors, par rapport au globe, dans la position qu'occupe sur la terre l'horizon rationnel du lieu proposé. Le globe étant rectifié, on ramène sur le lieu en question l'attache du cercle des hauteurs qu'on fait passer ensuite par le premier point, puis on compte le nombre de degrés et parties de degrés compris sur l'horizon, depuis le cercle des hauteurs jusqu'au méridien, soit du côté du nord, soit du côté du midi, et on a la mesure de l'angle que fait avec le méridien, l'arc de grand cercle qui joint, par le chemin le plus court, les deux points proposés.

Autre méthode pour trouver la longueur des jours.

Le problème de trouver la durée du plus long jour pour un endroit quelconque, peut encore être résolu, en substituant l'horizon rationnel de ce lieu, au cercle d'illumination que nous avons d'abord employé. Il faut, à cet effet, rectifier le globe pour le lieu en question, le placer dans le méridien, mettre l'aiguille du cadran polaire sur 12 heures, puis marquer sur le méridien le degré où tombe la déclinaison du soleil au moment proposé, et faire tourner le globe jusqu'à ce que le point qui était au méridien sous ce degré soit dans l'horizon. Le nombre d'heures que l'aiguille aura parcourues sur le cadran, sera le nombre de celles qui s'écoulent entre le passage de l'astre au méridien, et son lever ou son coucher; on conçoit que le point pris sous le méridien, à la même distance de l'équateur que le soleil, parcourt sur le globe la route apparente de cet astre. Le même procédé ferait connaître le temps qui s'écoulerait dans un lieu quelconque entre le passage au méridien et le lever ou le coucher d'un astre dont la déclinaison est donnée; il faut seulement marquer sur le méridien le point qui répond à cette déclinaison. Pour déterminer la durée du crépuscule, il faut, par le moyen du cercle des ha[illegible]

leurs [illegible] dessous de l'horizon, un cercle qui lui [illegible] déterminer l'instant où le point pris sur [illegible] représenter le soleil, parvient à ce cercle.

Tous ces problèmes, en grande partie étrangers à la géographie, s'expliqueraient plus facilement si nos globes étaient construits d'après la nouvelle méthode, proposée en partie par George Adams (1), mais exécutée et perfectionnée par Covens (2). Nos lecteurs pourront en juger par la *figure* 18 dont nous allons donner une courte explication. Le grand support circulaire ABC, qui dans les globes ordinaires représente l'horizon, est ici l'image de l'écliptique. Sur cette large bande on trouve deux divisions qui sont consacrées, l'une aux mouvemens du soleil, l'autre à ceux de la lune ; dans le premier, on remarque une subdivision, indiquant les 365 jours de l'année commune, et une autre pour l'année bissextile. Un petit soleil artificiel se meut à volonté sur l'écliptique. La division extérieure de l'écliptique montre la longitude et la latitude de la lune pour chaque jour de son *âge*. Le grand cercle de laiton, PNM, perpendiculaire à l'écliptique, est un cercle méridien, et spécialement le *colure des solstices*. L'axe du globe terrestre est fixé dans ce cercle aux points FK, et incliné sur l'écliptique sous un degré de 66° 32'. Dans les pôles de l'écliptique aux points L et G s'élèvent deux poinçons qui portent un cercle de latitude céleste ; sur ce cercle mobile sont attachées deux étoiles également mobiles, et qu'on peut placer sous telle longitude ou latitude céleste qu'on voudra. Le demi-cercle FOPI est la moitié d'un cercle de déclinaison ; CBD est l'équateur céleste, qui fait avec l'écliptique un angle de 23° 28'. Voilà les cercles célestes qui ne tournent pas

Nouvelle construction des globes.

(1) *G. Adams*, Treatise describing the construction and use of new celestial and terrestrial globes. Londres, 1766. (2) *C. Covens*, Handleiding, etc. (Introduction à la connaissance des nouveaux globes, etc.) Amsterdam, 1803. Comp. *Van Beck-Calkoen*, dans *Zach*, Correspond., XIV, 270.

avec le globe, et qui représentent [illegible] abrégé de la sphère armillaire ; sur [illegible]ne, on voit un demi-méridien mobile [illegible] divisé en degrés comptés d'un côté du pôle à l'équateur, et de l'autre dans l'ordre inverse. Un grand cercle VSW y est tellement attaché qu'on peut l'y faire glisser à volonté ; mais que néanmoins il conserve constamment une position perpendiculaire sur le méridien RTQ ; il sert à représenter l'horizon rationnel d'un lieu quelconque. Presque sur le globe même on voit, dans le plan de l'équateur, un cercle horaire XYZ, attaché au méridien ; le soleil mobile fait les fonctions de l'aiguille des globes ordinaires.

Il est facile de concevoir les avantages de cette construction nouvelle. D'abord elle donne une idée bien plus claire de l'horizon, comme étant un cercle indépendant du mouvement de la terre. Pour *rectifier* le globe, ou le mettre à la hauteur du pôle d'un lieu, il suffit d'amener le lieu proposé sous le méridien RTQ, et ensuite de pousser l'horizon VSW à une distance de 90 degrés. On distingue mieux sur ce globe les cercles célestes des cercles terrestres ; le mouvement annuel du soleil y est mieux représenté ; enfin, les commençans puiseront dans l'étude d'un semblable globe des idées plus nettes sur les rapports de notre planète avec les astres qui l'environnent.

Remarques historiques sur les globes.

Nous pourrions ici nous permettre une digression historique sur les perfectionnemens successifs de la construction des globes, depuis celui de Roger II, immortalisé par le commentaire de l'Edrisi, jusqu'aux temps de *Blauw* et *Coronelli*, qui les premiers donnèrent aux globes des formes élégantes et des dimensions considérables. Nous pourrions rechercher l'origine de ces instrumens déjà connus des anciens ; discuter si le roi Atlas en a été l'inventeur, et si les deux fameux chapiteaux du temple de Salomon (1) étaient une paire de globes ; examiner si *Albert Durer* ou *Henri Glaréan* [illegible] le premier en-

(1) *Fabricii*, Biblioth. Græca, L. IV, c. 14, p. 46[illegible]. *Hauber*, Histoire des cartes Géog., 57 et supplém., 38 (en allemand.).

seig[illegible] dessiner et de graver des segmens sphériques [illegible] sur une boule (1); prouver que les moye[illegible]ier les globes par la gravure aient déjà dû être [illegible]lement connus en 1530, puisque la cosmographie de *Gemma Frisius* était accompagnée d'un semblable instrument, comme nos livres modernes le sont d'un atlas (2); enfin, on nous pardonnerait peut-être de décrire les [illegible]es les plus fameux, tels que celui de Co[illegible] aux dépens du cardinal d'Estrées, et pla[illegible]marly, ensuite à la bibliothèque du roi (3); celui dit *de Gottorp*, composé par Oléarius, de 1654 à 1664, et que Pierre-le-Grand fit chercher par une frégate pour en orner sa nouvelle capitale; celui de Cambridge, qui a 18 pieds de diamètre ou six pieds de plus que les deux précédens (4), et beaucoup d'autres dont on vante, soit le volume, soit la magnificence. Mais ces recherches historiques nous écarteraient trop de notre sujet. Nous remarquerons seulement que le globe en cuivre, placé à la bibliothèque des Quatre-Nations, quoiqu'incomplet sous le rapport des découvertes modernes, laisse tous les grands globes connus très-loin en arrière par la beauté de l'exécution. L'Empereur en fait construire un autre qui fera beaucoup d'honneur à MM. Poirson et Mentelle.

Parmi les globes qui entrent dans le commerce, on distingue ceux d'*Adams* à Londres, d'*Ackermann* à Upsal, de *Robert Vaugondy*, et, de nos jours, ceux de *Sotzmann*, publiés par *Frantz* à Nuremberg.

Outre les sphères armillaires et les globes artificiels, il y a encore deux instrumens dont on peut recommander l'usage à la jeunesse. L'un est le *planisphère* de *Fortin*, qui représente le vrai système planétaire, d'une manière nou-

---

(1) *Zach*, Correspond., XIII (1806), 156. *Glareanus*, de geographiâ, cap. 9. Bas. 1527. Cp. *Vaugondy*, Instit. géograph., p. 359.

(2) *Gemma Phrysius*, de principiis astronomiæ et cosmographiæ deque usu globi, 1530. On lit sur le titre : *Væneunt cum globis*, *Lovanii*, etc. etc. (3) *De la Hire*, Description des globes de Marly, 1703. (4) *Zach*, Correspond., XIII, 161.

velle et plus parfaite ; on peut même s'ap[illegible] lipticité de l'orbite de la terre. L'autre es[illegible] *géocyclique* de M. *Loysel ;* cette machine est [illegible]montrer le mouvement de la terre. Un hab[illegible]esseur, M. *Mentelle*, en explique l'usage dans son excellente *Cosmographie élémentaire*. On doit exciter, parmi la jeunesse, le goût des études par ces sortes de jeux scientifiques ; mais nous en demander une description détaill[illegible]e rait mal apprécier le but de notre ouvrage[illegible]

LIVRE VINGT-SIXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Cartes géographiques. De la Projection stéréographique, [illegible] et de la centrale.

Les sphères terrestres sont les instrumens dispendieux et incommodes; les petits ne présentent pas des détails suffisans. Il a donc fallu avoir recours à des tableaux qui, sur une surface plane, donnent une représentation du globe et de ses parties. Ces représentations embrassent ou la terre entière, ou une partie du monde, ou une seule contrée : dans le premier cas, on les appelle *mappemondes*, et, lorsqu'elles ont la forme circulaire, *planisphères*; celles de la seconde classe sont nommées *cartes générales*; les autres sont des *cartes spéciales*. Parmi les cartes spéciales il y en a qui représentent en grand une province avec tous ses endroits remarquables; ce sont des *cartes chorographiques*; si le dessinateur est entré dans tous les détails de la nature du terrain, ou s'il a même retracé les habitations isolées et la division des champs, ce sont des *cartes topographiques*; on sent que ces sortes de cartes doivent nécessairement embrasser un petit canton, et que, par une pente insensible, elles se rapprochent des *plans géométriques*. L'usage confond quelquefois ces dénominations. On distingue encore des cartes géographiques, proprement dites, celles qui sont appropriées à un usage particulier; telles sont les *cartes hydrographiques*, destinées aux marins, les cartes minéralogiques et autres (1).

Diverses espèces des cartes géographiques.

(1) *Mayer*, Introduction complète à l'Art de tracer les cartes géographiques, hydrographiques et célestes, etc. Erlang. 1794 (en allemand). *Puissant*, Traité de topographie, Liv. II, p. 92-152. Comp. *Robert Vaugondy*, Institutions géographiques, part. II, etc.

Des surfaces développables.

La figure de la terre s'oppose à ce qu'[illegible] donner un tableau général dans lequel les [illegible]es lieux et l'étendue relative des régions soient [illegible]es dans leurs rapports mutuels. Il y a des surfaces qui peuvent s'étendre sur un plan sans déchirure ni duplicature, et [illegible] nomment par cette raison *surfaces développables*; telles sont celles des cônes et des cylindres; les autres, comme celles de la sphère et des sphéroïdes, se refu[illegible] ment à cette extension. La terre étant un s[illegible] surface ne saurait coïncider rigoureusement a[illegible] plan, et de là résulte l'impossibilité de marquer sur une carte, en même temps et dans leurs rapports naturels, l'étendue des pays, les distances des lieux et la similitude des configurations. Les géographes sont obligés d'avoir recours à des constructions diverses pour représenter, au moins d'une manière approximative, chacun de ces rapports en particulier.

Des projections.

On a donné à ces constructions le nom de *projections*, nom qu'on applique en général aux dessins dont l'objet est d'indiquer sur un plan les dimensions de l'espace et des corps qu'il renferme. Il y en a de deux sortes : les unes sont de véritables *perspectives* du globe ou des parties de sa surface, prises de divers *points de vue*, et sur divers plans de *tableau*; les autres ne sont que des espèces de développemens, assujettis à des lois approximatives et appropriés aux rapports qu'on veut conserver de préférence. C'est des projections en perspective que nous allons nous occuper dans ce Livre. Exposons d'abord la théorie générale de la projection, aussi bien que cela peut se faire sans le secours de la haute géométrie (1).

La projection, en termes de perspective, signifie la représentation d'un objet sur le plan perspectif ou le plan du tableau. Car, dans tout tableau, on suppose entre

(1) Voyez *Euler*, Acta acad. Petropolit. I, [illegible]1. *Lagrange*, Mémoires de l'académie de Berlin, année 1779. *Mollweide*, [illegible]lyse de la projection stéréographique, dans *Zach*, Correspond., XIV, 437 sqq., 528 sqq.

l'objet à représenter et le point de vue, un plan qui intercepte [illegible] ons de lumière dirigés de chacun des objets [illegible] point de vue. Alors on conçoit une multitude de points d'intersection de ces rayons avec le plan du tableau. L'ensemble de ces points est l'image de tout ce qui se trouve sous la vue du spectateur. Chaque point d'intersection est la perspective du point d'où [illegible] ayon de lumière qui, en traversant le plan [illegible] par [illegible] dir au point de vue. Pour que la perspective [illegible] une figure, comme d'un carré, d'un cercle, soit une figure semblable, il faut deux choses : premièrement que le point de vue soit dans l'axe de la figure ; secondement, que le plan du tableau soit perpendiculaire à cet axe. Si la figure superficielle à représenter se trouve dans une autre plus perpendiculaire à celui du tableau, elle ne pourra être représentée que par une ligne droite. On ne peut voir un solide entièrement d'un seul point de vue, il en faut au moins deux. Pour qu'une sphère soit partagée en deux surfaces égales par la perspective simple, il faut que le point de vue soit à une distance infinie. La ligne droite tirée du centre du globe au point de vue, est l'axe du grand cercle qui sépare l'hémisphère visible de celui qui ne l'est pas. On l'appelle *axe optique*.

La projection de la sphère se divise ordinairement en *orthographique* et *stéréographique*.

Lois de la projection orthographique.

La projection orthographique est celle où la surface de la sphère est représentée par un plan qui la coupe par le milieu, l'œil étant placé verticalement à une distance infinie des deux hémisphères. Voici les principales lois de cette projection (1) :

1° Les rayons par lesquels l'œil voit à une distance infinie, sont parallèles. 2° Une droite perpendiculaire au plan de projection, se projette par un seul point, qui est celui où cette ligne coupe le plan de projection. 3° Une

(1) *D'Alembert*, Encyclopédie méthod., au mot *Projection*.

droite qui n'est point perpendiculaire au plan de projection, mais qui lui est parallèle ou oblique, se projette par une ligne droite, terminée par des perpendiculaires menées sur le plan de ses extrémités. 4° La projection de la ligne est la plus grande possible, quand elle est parallèle au plan de projection. 5° De là il s'ensuit évidemment qu'une ligne parallèle au plan de projection, se projette par une ligne qui lui est égale; mais qu'une ligne oblique au plan de projection, se projette par une ligne moindre qu'elle. 6° Une surface plane, qui est perpendiculaire au plan de projection, se projette par une simple ligne droite, et cette ligne droite est la ligne même où elle coupe le plan de projection. 7° De là il est évident que le cercle dont le plan est perpendiculaire sur le plan de projection, et qui a son centre sur ce plan, doit se projeter par le diamètre, qui est sa commune section avec le plan de projection. 8° Il est encore évident qu'un arc de cercle, dont l'extrémité répondrait perpendiculairement au centre du plan de projection, doit se projeter par une ligne droite, égale au sinus de cet arc, et que son complément se projette par une ligne qui n'est autre chose que le sinus verse de cet arc. 9° Un cercle parallèle au plan de projection se projette par un cercle qui lui est égal; et un cercle oblique au plan de projection, se projette en ellipse.

Lois de la projection stéréographique.

La projection stéréographique est celle où la surface de la sphère est représentée sur le plan d'un de ses grands cercles, l'œil étant supposé au pôle de ce cercle. Dans la projection stéréographique, le globe est considéré comme un solide transparent. L'hémisphère représenté est celui qui est opposé à l'hémisphère dans lequel l'œil est supposé se trouver. Voici les principales lois de la projection stéréographique.

1° Tout grand cercle passant par le centre de l'œil, se projette en ligne droite. 2° Un cercle placé perpendiculairement vis-à-vis de l'œil, se projette par un cercle semblable. 3° Un cercle placé obliquement par rapport à

se projette par un autre cercle, dont le rayon s'accroît en raison de l'obliquité. 4° Si un grand cercle se projette sur le plan d'un autre grand cercle, son centre se trouve toujours sur la ligne des mesures, c'est-à-dire sur la projection du grand cercle qui passe par l'œil, et qui est perpendiculaire au cercle à projeter et au plan de projection. Le centre du cercle projeté sera distant du centre du cercle primitif ou de projection, de la quantité de la [illegible] son élévation au-dessus du plan primitif ou [illegible]. 5° Un petit cercle se projettera par un [illegible] dont le diamètre (si le cercle à projeter entoure le pôle du cercle primitif) sera égal à la somme des demi-tangentes de la plus grande et de la plus petite distance au pôle du cercle primitif; ces tangentes étant prises chacune dans la ligne des mesures du même côté du centre du cercle primitif. 6° Dans la projection stéréographique, les angles que font les cercles sur la surface de la sphère sont égaux aux angles que les lignes de leurs projections respectives font entre elles sur le plan de projection (1).

En partant de ces principes, on a trouvé les procédés qui servent pour tracer des mappemondes suivant l'une ou l'autre de ces projections (2).

Trois sortes de projections stéréographiques.

On distingue trois sortes de projections stéréographiques, qui sont d'un usage commun : 1° celle sur le plan de l'équateur, qu'on nomme *polaire*, parce que l'œil est supposé à l'un des pôles; 2° celle sur le plan d'un méridien, ordinairement celui de l'île de Fer qui coupe le globe en deux *hémisphères*, l'un contenant l'Amérique, et l'autre l'Europe, l'Asie et l'Afrique; 3° celle sur le plan de l'horizon d'un lieu quelconque.

Projection polaire.

Expliquons d'abord le tracé de la projection polaire. En supposant l'œil à l'un des pôles, le tableau sera le plan même de l'équateur; les méridiens seront projetés par des droites, et les cercles parallèles à l'équateur, le seront par des cercles concentriques.

(1) *D'Alembert*, loc. cit. (2) *Puissant*, Topographie, 117 sqq.

Tracé des méridiens.

Voici comment on trace les méridiens. Soit *fig.* 3, AP, le rayon, représentant celui de la sphère [illegible], et ABCD un des grands cercles de cette sphère. Le centre P étant pris pour la projection de l'axe [illegible] ou du point de vue, placé au pôle, la circonférence ABCD sera la projection de l'équateur. Or, comme les plans des méridiens se coupent tous suivant l'axe de la terre, qui est perpendiculaire à ABCD, la projection du premier méridien pourra être représentée par un diamètre [illegible] conque ; par exemple, soit AB. Maintenant si [illegible] la demi-circonférence ACB en vingt parties égales [illegible] par tous les points de division l'on mène des diamètres, tels que (1) (30), (2) (40), et ainsi de suite, ils seront les projections des méridiens correspondans aux longitudes A (1), A (2) ; la différence de longitude de deux méridiens, tracés de cette manière, sera de 10 degrés, nouvelle mesure, ou 9 anciens, puisque l'arc AC, qui est le quadrant, et égal à 100 degrés nouveaux ou 90 anciens, se trouve divisé en dix parties égales.

Tracé des parallèles.

Pour obtenir la projection des parallèles à l'équateur, espacés de 10 en 10 degrés, on élevera le diamètre CD perpendiculaire à AB, et l'on tirera les droites D (1), D (2), D (3) et les suivantes qui couperont le diamètre AB aux points d', d'', d''', et ainsi de suite. Puis en faisant tourner autour du point P comme le centre commun, les rayons Pd', Pd'', on décrira des cercles qui seront les projections cherchées. Dans cette méthode, D est pris pour point de vue, et les points d', d'', d''', sont les projections stéréographiques des points correspondans (1) (2) (3), appartenant aux parallèles des 10e, 20e, 30e degrés ; car si nous concevons que le cercle ABCD tourne autour du diamètre AB jusqu'à ce qu'il fasse un angle droit avec le plan de la figure, le rayon PD sera perpendiculaire à ce plan, le point C sera le pôle opposé au point de vue D, et les arcs A (1), A (2), etc., seront les latitudes respectives des parallèles à l'équateur ; par conséquent les traces A, d', d'', etc., des rayons visuels

D (1), D (2), représenteront, sur le plan perspectif, les points A, (1) et (2).

Projection équatoriale ou sur un méridien.

Passons à la projection stéréographique sur un méridien. Dans cette méthode, le point de vue, toujours placé au centre de l'hémisphère opposé à celui qu'on veut représenter, est sur la circonférence de l'équateur, et la projection de ce grand cercle est une ligne droite perpendiculaire à l'axe des pôles de la terre.

Tracé des méridiens.

Les méridiens se projettent de la manière que nous allons le faire voir, en nous servant de la *fig.* 20. Soit AB la projection de l'équateur, PP' l'axe de la terre et C le centre de la carte ou la projection du point de vue sur le tableau ou sur le plan du méridien APBP', méridien que nous considérerons ici comme le premier. Tous les méridiens ayant PP' pour commune section, et leurs projections étant des cercles dont les circonférences passent nécessairement par P et P', il s'ensuit que leurs centres sont sur la droite AB. Divisons, comme précédemment, l'arc AP en dix parties égales, tirons le diamètre (1) (21), et par ses extrémités, menons les droites P' (1), P' (21), qui couperont respectivement AB, que nous prolongerons, s'il est nécessaire, aux points m' et n' ; ces points seront les projections ou les perspectives des extrémités du diamètre du méridien de la carte, passant par le point dont la longitude, à l'égard du premier méridien AP', est de 10 degrés, nouvelle mesure. Si donc du milieu de $m'n'$, comme centre, avec un rayon $= \frac{m'n'}{2}$, on décrit l'arc Pm'P', on aura la projection du méridien cherché. En répétant la même construction pour les points de division (2) (3) et les suivans, on obtiendra les projections des autres méridiens ; et par une conséquence naturelle de la symétrie de la figure, ce qu'on aura construit dans le demi-cercle PAP', servira pour l'autre demi-cercle PBP'. Quant au méridien dont le plan est perpendiculaire au tableau AP'B, il y sera représenté par une droite qui coïncide avec l'axe PP'.

La longueur des rayons, pour décrire les méridiens,

pouvant devenir trop grande pour tracer ces cercles au moyen du compas, on se sert d'un instrument fort simple, composé de deux règles mobiles AC et[illegible] *fig.* 20, unies en C par une charnière qui leur permet de former un angle quelconque. On place un crayon au centre du mouvement de ces deux règles, on fait coïncider le point C avec le point *m'*; on fixe aux points PP' deux petites pointes de métal contre lesquelles on applique les côtés des règles, le point C restant toujours sur *m'*; puis, faisant varier l'angle ACB, on fait mouvoir l'instrument de manière que les règles s'appuient sans cesse contre les points PP'. Alors le crayon C décrit l'arc de cercle P*m'*P'. La raison de ce procédé est donnée par la géométrie élémentaire.

Tracé des parallèles.

Indiquons maintenant la projection des parallèles. Ces courbes circulaires doivent passer par les points de division correspondans (1) (19), (2) (18), (3) (17), etc., et leurs centres sont nécessairement situés sur le prolongement de l'axe PP'. On déterminera, par exemple, le centre de la projection du parallèle (9) (11) de la manière suivante. On menera les droites B (9), B (11); la première coupera PP' au point *r'*, la seconde au point *r*, et la distance *rr'* sera le diamètre du parallèle, qui est d'ailleurs déterminé par les trois points connus (9), *r*, (11); on n'a qu'à décrire un arc dont le centre sera au milieu de *rr'*, et le rayon égal à l'arc (9) P; ce sera sur la carte le parallèle de 90 degrés, nouvelle mesure.

Projection horizontale.

La *projection stéréographique horizontale* va nous occuper; c'est la plus intéressante application de cette méthode. L'horizon rationnel d'un lieu quelconque va nous servir de plan de projection; le point de vue est le pôle abaissé de cet horizon; le méridien qui passe par ce lieu, est représenté par une ligne droite, et se nomme ordinairement *méridien principal*. Soit maintenant ABDE, *fig.* 22, l'horizon d'un lieu; son centre C sera la projection du point de vue ou du pôle de l'horizon. Soit encore AB le diamètre qui représente le méridien principal. Si l'angle

PCA est égal à la hauteur du pôle, et que DE soit perpendiculaire à AB, la droite PE coupera AB en un point p, qui sera la projection du pôle élevé du globe. Si de même la ligne EF est prolongée jusqu'à ce qu'elle coupe la prolongation de AB en p', ce point sera la projection du pôle abaissé du globe. Les projections des méridiens qui passeront toutes par les points pp', auront en même temps leur centre sur la droite SS', perpendiculaire sur F ou sur le milieu pp'. On appelle SS' la *ligne des centres des méridiens*. Il est remarquable que la ligne CF est égale à celle AT, qui est la tangente de la hauteur du pôle. Pour achever de déterminer les projections des méridiens, il suffit d'en trouver un troisième point. Voici une méthode pour trouver cet élément (1).

Tracé des méridiens.

Le méridien dont le plan est perpendiculaire au méridien principal AB, coupe l'horizon suivant la droite DE perpendiculaire à AB; donc si du point I comme centre et avec un rayon TD on décrit l'arc DPE, cet arc sera la projection du méridien passant par la longitude de 100 degrés, nouvelle mesure, ou 90 degrés anciens, à compter depuis le méridien principal AB. La projection de l'équateur ne présente pas plus de difficultés, car si on élève le diamètre QQ' perpendiculairement à PP', ce diamètre sera celui de l'équateur, et sa projection sur la carte sera qq'. Par conséquent, si du milieu de la ligne qq', comme centre et avec un rayon $=\frac{qq'}{2}$ ou égal à la cosécante de la latitude du centre de la carte, on décrit l'arc DqE, ce sera la projection de la moitié de l'équateur. Maintenant nous devons nous rappeler le principe d'après lequel les projections stéréographiques de deux grands cercles de la sphère font entre elles les mêmes angles que les plans véritables de ces cercles. De là dérive la construction géométrique que voici : Du point p comme centre et d'un rayon arbitraire, d'un rayon égal, par exemple, à pF, on décrira une circonférence que l'on

(1) *Puissant*, Traité de topographie, p. 123.

divisera en quarante parties égales, à partir de AB si l'on ne veut tracer comme précédemment, ces quarante méridiens, et par tous les points de division l'on menera des rayons dont les prolongemens rencontreront la ligne SS' ou la ligne des centres en différens points x', x'', etc. Ces points seront les centres des projections des méridiens. L'emploi pratique de ce procédé étant souvent trop embarrassant à cause de la grandeur croissante du rayon R, on peut déterminer, par le moyen que nous allons indiquer, les points où les méridiens rencontrent les plans de projection.

Tracer les méridiens par points.

D'un point quelconque pris sur la ligne AB ou son prolongement, du point F, par exemple, on abaisse perpendiculairement Fk sur la ligne PP', faisant, comme on sait déjà, un angle égal à la hauteur du pôle, et l'on porte la longueur Fk de F en k'; puis de ce dernier point comme centre et avec un rayon = Fk' ou avec tout autre rayon pris à volonté, mais un peu grand, on décrit une circonférence que l'on divise de même en quarante parties égales. Ensuite on mène des sécantes $k'n'$, $k'n''$, $k'n'''$, par tous ces points de division; les extrémités n', n'', n''' de ces sécantes terminées à la droite SS' se trouvent sur les traces mêmes des plans des méridiens; tirant donc des lignes droites qui passent par le centre de la carte, telles que $n'C\mu'$, $n''C\mu''$, $n'''C\mu'''$, les diamètres $n'\mu'$, etc., seront les traces cherchées des méridiens, et comme d'ailleurs ils doivent tous passer par le pôle p; on aura trois points de chaque méridien, par exemple, μ''', p, m'''; on décrira donc facilement les méridiens d'après un des procédés qu'on a indiqués précédemment.

Dans la pratique, comme on n'a pas ordinairement assez d'espace autour de la carte pour effectuer cette construction, fondée sur les principes de la géométrie descriptive, on peut porter Fk de F en k''; ce point sera alors ce qu'on nomme le *centre diviseur;* du reste, les procédés sont les mêmes.

Examinons maintenant comment on décrit les paral-

lèles à l'équateur. Leurs plans étant perpendiculaires au méridien principal AB, nous obtiendrons les diamètres de leurs projections comme nous avons obtenu ceux de l'équateur, c'est-à-dire qu'après avoir divisé la circonférence ABDE en quarante parties égales, à partir du point P, on menera, de deux en deux, les droites (1) E, (1') E, et l'intervalle $\nu\nu'$, intercepté entre ces droites et pris sur le méridien AB, sera le diamètre d'un parallèle. Dans le présent, le parallèle $\nu\nu'$ appartient évidemment au 80e degré de latitude, puisque l'arc AP mesure la hauteur du pôle. Mais pour les parallèles qui sont très-éloignés du pôle supérieur p, la construction que nous venons d'indiquer ne peut plus être mise en pratique, parce que le point ν se trouverait alors trop loin du centre de la carte. Pour obvier à cet inconvénient, on pourra tracer les intersections des plans des parallèles avec le plan de projection ADBE, intersections qui sont nécessairement parallèles au diamètre DE, et distantes de lui d'une somme $x = \frac{\text{sin. lat. du parallèle}}{\text{cosin. hauteur du pôle}}$. Lorsque la latitude est australe, le pôle p étant le pôle boréal, la valeur de x devient négative; ainsi au lieu de la porter du côté de AC, on la porte du côté de CB. Il suit de là que si à une distance x de la droite DE (*fig.* 23), on lui mène la ligne parallèle de, les points d et e, communs à cette parallèle et à la circonférence ADBE, appartiendront au parallèle cherché; mais ce parallèle passe en même temps par un point tel que ν déterminé par la méthode précédente; donc on a les trois points nécessaires pour tracer une circonférence. Tracé des parallèles.

Il y a d'autres méthodes d'exposer les trois projections stéréographiques (1), mais nous aimons mieux indiquer en peu de mots les avantages et les défauts de cette sorte de projection. Il suffit de jeter les yeux sur une carte de ce genre pour reconnaître que les quadrilatères compris entre deux méridiens et deux parallèles consécutifs, Propriétés de la projection stéréographique.

(1) *Robert Vaugondy*, Instit. géog. l., c.

augmentent d'étendue en allant du centre à la circonférence. Cet agrandissement résulte de l'obliquité que prennent les rayons visuels, en s'écartant de celui qui est perpendiculaire au tableau, et qu'on nomme *l'axe optique*. Il suit de là que les régions placées vers les bords de l'hémisphère ont une étendue bien plus considérable que si elles se trouvaient au centre, et que l'on est induit en erreur lorsqu'on veut les comparer à celles qui occupent cette partie. Par exemple, la pointe de l'Afrique australe paraît beaucoup plus large que sur un globe, et dans la nouvelle Zemble les distances sud et nord sont rendues par des espaces bien plus grands que les mêmes distances le sont dans l'Inde. Cet inconvénient qui est nul pour les géographes exercés, peut conduire les élèves à de fausses idées; mais il diminuerait si, dans l'instruction, l'on eût eu soin de bien expliquer les qualités des projections stéréographiques, et de mettre sous les yeux des commençans les trois sortes de planisphères, polaire, équatoréal et horizontal; les défauts de l'un disparaissant toujours dans l'autre.

Mesure des distances sur une carte stéréographique.

La projection stéréographique n'admet pas, en général, l'emploi d'une échelle rectiligne pour comparer les distances respectives des lieux, distances qui se mesurent suivant l'arc de grand cercle qui joint ces lieux deux à deux; mais on peut toujours, par le moyen de la graduation même, mesurer la distance entre le centre de la carte et un point quelconque, et on peut par conséquent connaître, sur la projection horizontale relative à Paris, par exemple, la distance de cette ville à tous les autres points du globe. Cette propriété résulte de ce que tous les grands cercles qui passent par le centre de la carte, se coupant suivant l'axe optique, ont pour perspective des lignes droites menées par ce centre, et admettent une graduation semblable à celle qu'on marque sur l'équateur des mappemondes construites sur le plan du méridien.

Si l'on veut mesurer la distance de deux points d'une carte stéréographique, on peut (*fig.* 24) faire usage de

la construction suivante (1). Soit Z le zénith d'un lieu, C le centre de l'horizon ou la projection de Z et ZMB, ZMB' les verticaux respectifs des deux points MM' donnés sur le globe par leurs longitudes et latitudes. Ces points auront évidemment pour perspectives ou traces *mn*', en supposant l'œil en E. Or, si on prolonge les droites MM', *mm*', elles se rencontreront en un point quelconque R, et la droite COR marquera sur le plan de projection CBB' la trace du plan MCM' du grand cercle à projeter. Donc les quatre points *m*, *m*', O, O' se trouvent sur la projection du grand cercle qui passe par MM'; ainsi cette projection, qui est elle-même un cercle, sera entièrement déterminée. Cela posé, nous tracerons sur la carte la plus courte distance de la manière suivante. Nous porterons C*m* (*fig.* 25) de C en μ et C*m*' de C en μ; nous tracerons les droites Eμn, E$\mu' n'$, ensuite par *mm*' nous construirons le triangle *m*'E'*m* de manière que *m*E' soit égal à μE, et que *m*'E' le soit à μ'E; puis sur les prolongemens de E'*m*' et de E*m* nous porterons μn de *m* en *n*'' et $\mu' n'$ de *m*' en *n*'''; enfin, nous chercherons la commune section R des deux droites *m*'*m* et *n*'''*n*'', et nous menerons la droite RCO qui sera la trace cherchée. Nous pouvons maintenant tracer l'arc de cercle O'*m*'ν*m*O, dont la portion *m*'ν*m* est la plus courte distance. On évaluera le nombre des degrés contenus dans la plus courte distance en considérant la droite *n*'''*n*'', qui est égale à MM' (*fig.* 24 *et* 25), comme corde de la circonférence ADB.

Origine de la projection stéréographique.

La projection stéréographique n'a point été connue des anciens. La première mappemonde de ce genre se trouve dans un ouvrage du commencement du 16e siècle, de ce même *Werner* de Nuremberg, qui a donné la première indication de la méthode des distances lunaires (2).

(1) *Puissant*, Traité de topographie, p. 127. (2) *J. Werner*, de quatuor orbis terrarum figurationibus, ad calcem : *Ptolemei geograph.*, *lib. I, vers. ab eodem.*

Il en devait l'idée à son maître, l'astronome *Stadius* (1). Cent cinquante ans plus tard, l'usage de cette projection paraît avoir été général. *Varenius* en marque les trois modifications. *Hasius*, géographe allemand, de la première moitié du 18e siècle, appliqua les projections stéréographiques à des cartes spéciales. Cette méthode laborieuse, mais favorable à l'exactitude des détails de position, est peu suivie en France, où l'on réserve la projection stéréographique pour les mappemondes.

Projections orthographiques.

Passons à l'explication des *projections orthographiques*, qu'on pourrait aussi appeler *planétaires*, puisque leur essence est de montrer l'image directe d'une moitié d'un globe, l'œil étant supposé à une distance infinie, c'est-à-dire assez grande pour que tous les rayons visuels soient censés parallèles. Comme ces rayons sont perpendiculaires au plan de projection, tandis que les parties latérales de la sphère se présentent de plus en plus obliquement à ce même plan, il est facile de sentir, même sans démonstration, que cette projection, offrant le défaut contraire de la stéréographique, fait diminuer les espaces du centre à la circonférence. Cette diminution, infiniment plus forte que celle qu'on remarque dans la projection précédente, donne même aux extrémités d'un planisphère orthographiquement projeté, un aspect trop défiguré pour pouvoir, en général, remplir aucun des buts que se propose la géographie. C'est une raison suffisante pour n'indiquer ici que très-brièvement ce qui regarde les constructions orthographiques.

Projection polaire.

La figure 26 indique la projection polaire. Les lignes AB et CD sont deux méridiens qui se coupent à angles droits en E, qui est la projection du pôle et le centre de la carte. La circonférence ABCD est l'équateur sur le plan duquel on projette la carte. On divise cette circonférence en parties égales de 10 degrés en 10, ou de 5 en 5; les diamètres qui passent par les points *a'a''*, *b'b''*, etc., et

(1) *Comp. Weidler*, Histor. astron., cap. XIV, nos 3 et 4.

par le centre E, seront les méridiens. Abaissez des points *a'b'*, etc., des perpendiculaires sur le diamètre CD, elles détermineront les rayons E1, E2, etc., avec lesquels vous décrirez les cercles parallèles à l'équateur.

Projection équatoréale.

Dans la projection sur un méridien, on procède de la manière suivante. Tirez les lignes AB et CD (*fig.* 27), se coupant à angles droits; l'un sera le méridien du milieu, l'autre l'équateur. Leur intersection E est le centre du plan de projection, circonscrit par le méridien ABCD. Il faut diviser cette circonférence en parties égales, puis unir les points de division, les diamètres *a'a"*, *b'b"*, etc., qui seront les communes sections des méridiens avec le plan de l'équateur. Les angles *a'*ED, etc., désigneront l'inclinaison de ces méridiens sur le plan de projection. Abaissez maintenant des points *a'b'*, etc., sur le rayon ED, les perpendiculaires *a'*1, *b'*2, etc., qui seront les sinus des angles d'inclinaison de ces méridiens mesurés sur l'équateur; les parties E1, E2, etc., seront les sinus versés de ces inclinaisons, et par conséquent les petits axes des ellipses qui doivent représenter les méridiens. La ligne AB, projection de l'axe du globe, est le grand axe de ces ellipses. Les parallèles à l'équateur se tracent très-simplement; on n'a qu'à joindre par une ligne droite les points de divisions du cercle ABCD, équidistans du diamètre CD, et se trouvant du même côté. Ce diamètre étant la projection de l'équateur, les cordes *a'* (1) *b'* (2) et autres qui lui sont parallèles, seront les projections des cercles parallèles.

L'inspection de la figure montre les inconvéniens géographiques de cette projection, savoir l'extrême rétrécissement des parties latérales et l'obliquité toujours croissante de l'angle sous lequel les parallèles coupent les méridiens. Cependant il est en même temps évident qu'un semblable planisphère offre au sens une image plus frappante d'un corps sphérique que ne le fait un planisphère stéréographique; ainsi, les commençans qui ne peuvent pas toujours étudier sur un globe, parviendraient peut-

être, en se servant, de temps à autre, d'une mappemonde projetée orthographiquement, à s'inculquer plus profondément l'idée de la sphéricité de la terre (1). Cet avantage se fait encore plus sentir dans la projection orthographique horizontale dont nous allons parler.

Projection horizontale, tracé des méridiens.

Les méridiens, dans cette projection, sont des ellipses dont les grands axes coïncident avec les traces mêmes des plans de ces méridiens. On détermine ces traces par les mêmes méthodes que celles que nous avons indiquées pour la projection horizontale stéréographique. Il ne reste donc qu'à montrer comment on obtient les petits axes. Soit (*fig.* 28) l'angle DCP égal à la hauteur du pôle; soient en outre $m''\mu''$ la trace d'un méridien et DE la projection du méridien principal. Pour avoir la projection orthographique du pôle P élevé, on abaissera sur CD la perpendiculaire P*p*, et on aura le point P. Maintenant, pour avoir l'angle que le plan du méridien $\mu''pm''$ fait avec celui du tableau ou avec le plan horizontal, on abaissera du point *p* la droite R perpendiculaire sur $\mu''m''$; on fera *p*R' égal à *p*R, et l'on menera la droite R'P qui formera avec DE l'angle cherché. Les rapports trigonométriques de cet angle et de son cosinus donnent ensuite cette construction géométrique : menez C*n* parallèle à R'P, et du point *n* la droite *nt* parallèle à P*p*; décrivez du point C avec un rayon, égal à C*t*, un arc *tn'*, terminé à la rencontre de C*n'* mené perpendiculairement à la trace ou au grand axe $\mu''m''$; alors la ligne C*n* sera la projection orthographique du rayon C*n*, ou le petit axe demandé. On n'a donc qu'à décrire l'ellipse dont les deux axes sont donnés.

Projection des parallèles.

La projection des parallèles, abstraction faite des calculs qui lui servent de fondement, peut s'effectuer de la manière suivante. Supposons qu'on veuille projeter le parallèle dont la distance au pôle élevé est mesurée par l'arc P*b* ou P*a*. Des points *a* et *b*, on abaissera sur le méridien

(1) *Mollweide*, dans *Zach*, Correspond., XII, 161.

principal DE les perpendiculaires *aa'*, *bb'*, et la ligne *a' b'* sera le petit axe de projection du parallèle à décrire. Pour trouver le grand axe, on divisera en parties égales et en nombre pair la corde *ab;* on cherchera sur DE les projections de tous les points de division, comme on l'a fait pour les points *a* et *b;* ensuite, après avoir mené par ces mêmes points des *ordonnées* (1) dans le demi-cercle *axb*, on portera sur les ordonnées correspondantes de l'ellipse à tracer, les longueurs des premières ; on aura par ce moyen les principaux points de cette ellipse, et l'ordonnée *du milieu yx* sera le demi-grand axe *y' x'* qu'on demandait.

Projection centrale.

Outre la projection orthographique et la stéréographique, il y a une troisième projection en perspective qu'on nomme *centrale.* On l'obtient en plaçant le point de vue au centre de la sphère, et en prenant pour tableau un plan tangent à sa surface. Il serait inutile de démontrer comment il faut modifier dans ce cas les procédés que nous avons donnés ci-dessus pour construire les projections équatoréales, polaires et horizontales ; il faut tirer du point C des *figures* 19-21, citées précédemment, les rayons visuels qui déterminent la section faite par le plan du tableau dans les cônes, perpendiculairement aux cercles à représenter ; il faut prendre le tableau parallèle à celui qui passe par le centre, et tangent au cercle ADBE. On verra alors que, dans la projection sur le plan du premier méridien, les méridiens seront des lignes droites, perpendiculaires à l'équateur, qui sera lui-même une ligne droite ; les parallèles à l'équateur seront des hyperboles ; dans la projection polaire, les méridiens seront des lignes droites tirées du centre de la carte, les parallèles à l'équateur des cercles ayant leur centre à ce point ; dans la projection horizontale, enfin, les méridiens seront des lignes droites, menées par la projection du pôle supérieur. Le parallèle du lieu auquel se rap-

(1) Une ordonnée est une ligne droite, tirée d'une courbe, perpendiculairement au diamètre de celle-ci.

porte la projection sera représenté par une parabole, ceux qui sont plus près du pôle par des ellipses, et les autres, de chaque côté de l'équateur, par des hyperboles. On sent que cette projection altère encore plus que la stéréographique, l'étendue des régions à mesure qu'elles s'éloignent du centre de la carte; elle ne peut même représenter un hémisphère entier, parce que les rayons visuels menés par la circonférence qui termine cet hémisphère sont indéfinis, étant parallèles au plan du tableau; elle peut néanmoins être utilement employée pour retracer des parties du globe dont l'étendue ne serait pas très-considérable; elle offre l'avantage que tous les lieux situés sur le même grand cercle, se trouvent, sur la carte, placés sur une ligne droite (1); elle est susceptible d'une espèce d'échelle dont la construction n'est pas difficile à trouver. C'était sans doute par cette raison que M. Prony s'était proposé de s'en servir dans les cartes du cadastre. Cette projection, presqu'inconnue en géographie, s'emploie pour les cadrans solaires.

Propriétés de cette projection.

Telles sont les trois principales projections du globe que les règles de la perspective admettent. On voit qu'aucun des planisphères, tracés d'après ces projections, ne réunit toutes les qualités d'une représentation parfaite du globe; elles altèrent nécessairement la figure des pays, soit au milieu, soit vers les bords de chaque hémisphère; elles ne représentent point les espaces réellement égaux sous des dimensions égales; la même chose a lieu pour la plupart des distances. Il n'est pas non plus possible d'obtenir dans la projection stéréographique ni dans l'orthographique que les lieux situés en ligne droite sur le globe, c'est-à-dire sur un même grand cercle, soient également représentés dans la mappemonde sur une ligne droite. Enfin, l'inégalité nécessaire dans la projection des espaces ne permet pas de trouver avec facilité la longitude et la latitude exactes d'un

Défauts de toutes les projections.

(1) *Lagrange*, Mém. sur les cartes géographiques, dans les *Mém. de Berlin*, 1779, p. 162.

lieu. En vain, pour remédier à ces inconvéniens, a-t-on proposé divers moyens propres à modifier la projection stéréographique. Le savant astronome de Lahire (1) voulut qu'on supposât l'œil du spectateur hors du globe, et distant de sa surface convexe de la valeur du sinus de 45 degrés; c'est-à-dire que le méridien BD, *fig.* 29, étant de 200 parties, il faut le prolonger hors du cercle ABCD de 200 parties, et ensuite tirer du point F les droites F*a*, F*b*, etc., dont les intersections avec le diamètre AE détermineront les petits axes C*x*, C*y*, etc., des ellipses qui représenteront les méridiens. Le géomètre Parent observa que dans cette projection le rayon du méridien distant de 45 degrés du méridien principal, coupe à la vérité le demi-diamètre en deux portions égales, mais qu'on pouvoit encore se demander à quelle distance il faut placer l'œil pour que toutes les inégalités entre les divisions du demi-diamètre soient les moindres possibles; il trouva que si BD est égal à 200 parties, il faut prendre le point de vue à une distance de $59\frac{1}{2}$; mais il faut le placer à $110\frac{1}{2}$, si l'on veut que les zones de l'hémisphère occupent respectivement un espace proportionné à celui qu'elles offrent sur le globe.

Modifications proposées par Lahire et Parent.

Ainsi, ces sortes de projections stéréographiques modifiées, outre qu'elles perdent l'avantage de présenter les méridiens et les parallèles se coupant à angle droit, ne peuvent conserver en même temps l'égalité des espaces et celle des configurations.

C'est une vérité générale et démontrée, que toutes les conditions d'une représentation parfaite de la surface terrestre ne pourraient être réunies qu'autant que la terre fût un cône ou un cylindre, ou enfin, un corps quelconque, à simple courbure (2). Si donc nous pou-

(1) Histoire de l'académie des sciences, pour l'an 1701, pag. 97.

(2) *Lambert*, Mémoires sur les mathématiques mixtes, III, p. 105 (en all.). *Euler*, Mém. sur les solides développables dans les *Novi Comment. Petrop.*, XVI, 2.

vons trouver un corps de cette nature qui se rapproche beaucoup du sphéroïde, nous substituerons sa surface à celle de ce dernier, et nous obtiendrons des représentations qui, selon le choix que nous aurons fait de la surface développable, répondront à l'une ou à l'autre des conditions d'un tableau fidèle. C'est ce que nous allons expliquer dans le Livre suivant.

LIVRE VINGT-SEPTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Cartes géographiques et hydrographiques par développement conique et cylindrique. Des Projections par parties proportionnelles.

PARMI tous les corps qui peuvent être exactement retracés sur un plan, le cône et le cylindre ont le plus d'affinité avec la sphère ; le cône surtout offre l'avantage qu'une petite zone conique ne diffère presque pas d'une zone sphérique. Aussi ce sont les développemens coniques qui fournissent les meilleures projections des cartes géographiques spéciales, et même, à l'aide de quelques modifications, pour des parties considérables du globe. C'est donc par l'explication de ces sortes de cartes que nous allons commencer.

Projection conique simple.

Dans la projection conique pure, on considère une zone sphérique comme se confondant avec la surface d'un cône tronqué qui lui est tangent. Si on développe cette surface, les parallèles deviennent des cercles droits du sommet du cône, pris pour centre ; les méridiens sont des droites qui passent toutes par ce même point et se dirigent vers la base du cône. Afin de mieux fixer les idées à cet égard, ayons recours à la *figure* 30. Soit PC le rayon de la sphère, M un lieu situé à la latitude EM, et OM la cotangente de cette latitude. Le développement du parallèle moyen a pour rayon la cotangente de sa latitude, et pour amplitude l'arc égal à la circonférence dont MR est le rayon.

Du point O, pris pour centre et avec le rayon OM, nous décrirons un arc indéfini NN', et prenant OG pour le méridien du milieu de la carte, nous ferons l'angle NOM égal à la moitié du nombre de grades contenus

dans le parallèle moyen. Supposons, par exemple, que ce parallèle comprend 25 degrés sur le globe, et que la différence en latitude des parallèles extrêmes soit de 30 degrés, le parallèle moyen aura sur la carte un nombre de degrés exprimés par $\frac{MR}{OM}$. 25 degrés. Telle est l'amplitude de cet arc; puisque les nombres de degrés contenus dans deux arcs de même longueur sont entre eux comme leurs rayons. Ainsi l'angle MON étant égal à $\frac{MR}{OM}$. $\frac{25 \text{ de}}{2}$ il est évident que les projections des méridiens feront entre eux des angles moindres que sur le globe, puisque MO est toujours plus grand que MR. Par conséquent, les parallèles de la carte, tant supérieurs qu'inférieurs au parallèle moyen, excéderont ceux du globe dont ils sont les projections; et plus on étend la carte dans le sens des latitudes, plus les deux extrémités offriront une proportion inexacte. Pour marquer dans la projection ces parallèles extrêmes, on prend sur l'axe de la carte OG, deux parties M*a* et M*b* égales à la moitié de différence de latitude des parallèles extrêmes, par exemple, à 15 degrés dans le cas proposé. On représente ensuite ces parallèles par les arcs DD' et EE', et on finit par partager en parties égales le méridien du milieu et le parallèle moyen, ce qui donnera la graduation de la carte.

Modifications de la projection conique.

Les défauts de cette projection sont de ne point conserver l'égalité entre les espaces et de ne donner les distances justes que dans le sens des méridiens. Pour y remédier, on a essayé deux moyens : l'un consiste à prendre au lieu du cône tangent un cône inscrit en totalité ou en partie; l'autre, c'est d'altérer la projection rectiligne des méridiens.

Si, en place de l'arc *ab*, *fig.* 31, on prend la corde qui le sous-tend pour le côté du cône à développer, les rayons des projections des parallèles extrêmes seraient AO et BO, et la carte aurait une exactitude rigoureuse sur ces parallèles; mais ceux qui se trouveraient intermédiaires péche-

raient un peu par défaut. Cette méthode n'est donc bonne que pour une zone de peu de largeur.

L'astronome De l'Isle de la Croyère, qui fut chargé de construire une carte générale de l'empire de Russie, carte qui, stéréographiquement tracée, offrirait des difformités choquantes, fit choix de la projection conique; mais pour la perfectionner, il imagina de faire entrer le cône dans la sphère, de manière qu'il la coupât suivant deux parallèles placés chacun à égale distance du parallèle moyen, et de l'un des deux parallèles extrêmes. La carte avait, par ce moyen, sur les deux parallèles dont on vient de parler, la même dimension que la partie correspondante du globe; et son étendue totale différait peu de celle du pays qu'elle devait représenter, parce que l'excédant qui se trouvait aux deux extrémités de la carte, était au moins compensé en partie par le défaut qu'avait, à l'égard de la zone sphérique, la portion inscrite du cône. La carte comprenant depuis le 40e deg. de latitude jusqu'au 70°, le parallèle moyen répondait à 55°, les parallèles communs avec la sphère étaient ceux de 47° 30'. et 62° 30'. Cette projection offre beaucoup d'avantage pour les cartes générales d'une étendue considérable, et dont le but principal est de montrer l'ensemble d'un vaste empire (1).

Projection de *De l'Isle de la Croyère.*

Le célèbre Euler a fait des recherches profondes sur cette méthode de projection; il y substitue, à la détermination des parallèles qui doivent être communs avec la sphère, celle du point de concours des lignes droites qui représentent les méridiens, et de l'angle qu'elles font entr'elles lorsqu'elles comprennent un degré de longitude. Ses calculs sont appuyés sur les conditions suivantes : 1° Que les erreurs soient égales aux extrémités méridionales et septentrionales de la carte; 2° qu'elles soient aussi égales à la plus grande de celles qui ont lieu vers le parallèle moyen de la carte. Il en conclut que le point de

Méthode proposée par *Euler.*

(1) *Mayer*, Introduction à la construction des cartes, §§ 31, 32.

concours des méridiens doit être placé au-delà du pôle, d'une quantité égale à 5° de latitude ; et que l'angle de deux méridiens consécutifs doit être de 48' 44". Ce géomètre cherche ensuite de combien les arcs des grands cercles qui mesurent les distances sur le globe, diffèrent des lignes droites qu'on leur substitue sur la carte ; et il trouve qu'un arc de 90°, aurait sur la carte une longueur de 90°, 79, exacte à moins d'un centième près (1).

Projections de *Murdoch*.

Un géomètre anglais, *Murdoch*, a proposé trois méthodes différentes pour rendre la projection conique plus conforme aux conditions d'une bonne carte (2). Ce savant s'étant expliqué d'une manière laconique et peu exacte, ses projections ont été moins appréciées à leur juste valeur que vantées ou blâmées sur parole. Nous en devons un exposé critique aux recherches des deux géomètres allemands (3). Mais nous nous écarterions de notre méthode générale de ne point parler le langage abstrait des mathématiques, si nous voulions donner une idée complète de toutes les règles de ces projections. La première présente deux parallèles parfaitement semblables à ceux de la sphère et une surface conique égale dans sa totalité à la surface sphérique ; mais elle resserre les distances vers le milieu et les agrandit aux extrémités ; les espaces même ne sont point égaux, en partageant la carte par deux ou plusieurs zones (4). Cette projection offre cependant une représentation sensiblement fidèle, lorsqu'on n'en fait

(1) *Euler*, Acta acad. Petropol. I, p. 1. (2) Philosoph. transact. vol. L., part. II, p. 554 et suiv. (3) *Mayer*, Introd., p. 298-311. *Albers* dans *Zach*, Correspond. astron., XI, 98-114, 240-250.

(4) « Soit dans la *figure* 32, C le centre de la terre, Q un point de l'équateur, P l'un des pôles, QMP un méridien, A et B les points d'intersection de deux parallèles. Supposons QA = α = 70 degrés de latitude (anc. mes.) et QB = β = 10°. QM = μ = ½ (α + β) sera = 40°. Il faut maintenant que la zone de la sphère, limitée par A et B, soit représentée sur une surface conique égale en étendue à la zone sphérique, et de manière que la largeur de la zone sphérique soit égale à l'arc BA. En d'autres termes, on cherche le quadrilatère NO *on* qui en tournant autour de l'axe *on* décrira une surface conique égale à la sur-

l'application qu'à des zones de 8 à 10 degrés de latitude. La seconde projection de Murdoch a pour but d'obtenir l'exactitude de la perspective, en plaçant l'œil au centre du globe comme dans la projection centrale; mais pour que cette condition se trouve remplie, il faut que la carte soit pliée en forme conique comme le sont les *coni-globia* célestes, publiés en Allemagne par Funk. Cette dernière projection est susceptible d'une échelle crois- Coniglobes.

face sphérique décrite par la révolution du segment BA ab, de manière que NO dans le cône reste égal à l'arc BA. »

» On voit que la ligne NO coupe l'arc BA dans les deux points ζ et $\varkappa$ qui sont déterminés par les angles ζ CM et μ CM, dont la somme est égale chacune à δ. Si on prend le rayon de la sphère = 57,29577 degrés = ϱ, on trouvera $\cos \delta = \frac{\sin \frac{1}{2}(\alpha - \beta)}{\frac{1}{2}(\alpha - \beta)}$

On en conclut $Kp = R$, le demi-diamètre de a projection en degrés de latitude $R = K p = \varrho$. cotang μ. cos δ; ou, si l'on suppose ϱ. 15 = r, en milles géographiques $R = r$. cot μ. cos δ. »

» Dans l'exemple donné, nous aurons $\delta = 17° 16'$, par conséquent $\varkappa = \mu$, $+ \delta = 40° + 17° 16' = 57° 16'$, et $\zeta = \mu - \delta = 40° - 17° 16' = 22° 44'$, enfin R = 978,1 milles géographiques.

» Comme en outre KO = MA = 30° = 30.15 = 450 milles géog. et KN = MB = 30° = 30.15 = 450 m. g., on connaît les deux extrêmes cercles de la zone conique par leurs demi-diamètres, savoir : $pO = R - KO = 978,1 - 450 = 528,1$ milles géog. et $pN = R + KN = 978,1 + 450 = 1428,1$ mil. géog. »

» La *fig.* 33 représente une projection conforme à ces données et comprenant 110 degrés; mais on n'y connaît encore que les demi-diamètres pour les latitudes de 10° = pN, de 40 = R et de 70° = pO. Il est évident que les deux triangles pkK et CFM sont semblables, puisque les angles k et F sont tous les deux = 90° et l'angle p = MCF = 90° — MCp. On en tire facilement la proportion CM : MF = pK : Kk et comme CM = sinus total = 1 et MF = $\sin \mu$, nous substituerons à pK une longitude géographique quelconque, pour laquelle on veut calculer l'angle SpW = λ, et à Kk, l'angle cherché SpW, on aura la proportion 1 : $\sin \mu = \lambda$: SpW, c'est-à-dire : SpW = λ. $\sin \mu$.

» Dans notre carte qui doit comprendre 110 degrés de longitude, l'angle SpW sera = 110. $\sin \mu$. Donc

$$\log \lambda = \log 110 = 2,0413927$$
$$+ \log \sin \mu = \log \sin 40° = 9,8080675 - 10$$
$$\log S p W \quad 1,8494602 = \log 70,7066$$

et par conséquent l'angle SpW = 70° 42' puisqu'il n'y a pas d'inconvénient à négliger les 0,0066 qui font 24".

» On partage maintenant l'angle SpW sur l'arc SW en onze parties

sante comme les cartes hydrographiques de Mercator, dont nous parlerons ci-après. La troisième projection de Murdoch ne paraît rien offrir d'avantageux.

Quelqu'ingénieuses que soient les modifications par lesquelles on a essayé de perfectionner la projection conique, il est évident qu'elles aboutissent toutes à faire perdre à cette projection sa simplicité et sa facilité primitive, sans obtenir complètement les autres avantages qu'on voudrait lui donner. Dans les projections d'après Murdoch et Euler, il y a toujours quelque partie de la carte où les espaces sont un peu trop grands ou un peu trop petits; les erreurs sur les distances, dans la première projection de Murdoch, peuvent aller à $\frac{2}{11}$. Il est vrai que cette projection, corrigée par *Albers* (1), offre des proportions telles que dans le plus petit carré, circonscrit par deux parallèles et deux méridiens, les défauts en plus et en moins se détruisent les uns les autres, de sorte que les espaces sont partout dans la juste propor-

Projection d'*Albers*.

égales, et par-là on détermine les méridiens de la carte de 10° en 10°». (*Albers*, loc. cit.)

Cet auteur montre ensuite comment, en prenant un méridien principal $s\,t$, on peut calculer les points d'intersection de tous les méridiens avec les parallèles extrêmes.

Il donne ensuite pour la détermination des parallèles restans la méthode suivante, conforme aux conditions que Murdoch s'est imposées.

« K$_\nu$ est = Kζ. Dans le triangle C K$_\nu$ qui est rectangle en K le côté K$_\nu$ = $r.\ sin$ K C$_\nu$ = $r.\ sin\ \delta$; et de même dans le triangle C Kζ, le côté Kζ = $r.\ sin\ \delta$. Pour notre carte nous aurons

log r = log (57,29... × 15) = log 859,4366 = 2,9342139
+ log $sin\ \delta$ = log sin 17° 16' = 9,4724922 — 10

log K$_\nu$ = log Kζ = 2,4067061 = log 255,1

Donc K$_\nu$ = Kζ = 255,1 milles géographiques. D'où l'on conclut facilement p_ν = pK — K$_\nu$ et $p\,\zeta$ = pK + Kζ. »

Mais Murdoch se contente de tracer les parallèles en divisant T S ou V W, *fig.* 33, en parties égales, procédé irrégulier, contraire aux conditions du problème et qui cependant diminue les défauts de la carte. M. Albers a cherché et découvert une loi géométrique pour tracer les parallèles de manière à rendre partout les espaces égaux à ceux de la sphère. Voyez le mémoire complet d'*Albers*, dans le vol. XII des *Annales des Voyages et de la Géographie*.

(1) Voyez le Mém. cité.

tion; cependant les distances, prises dans le sens direct de quatre points cardinaux, ne se trouvent point avec une exactitude rigoureuse, et la configuration des pays est altérée dans ces mêmes directions.

Les géographes ont donc cherché, pour leurs cartes spéciales, des projections plus commodes et qui ne se rapportent que très-indirectement au développement d'une figure régulière quelconque.

« Il suffit, dit un illustre géomètre, pour l'exactitude mathématique d'une carte, que les parallèles et les méridiens y soient tracés d'après une loi géométrique constante quelconque (1). » On peut donc imaginer un grand nombre de projections parmi lesquelles il suffit d'en remarquer quelques-unes.

Première méthode de Ptolémée.

La première méthode proposée par Ptolémée pour dessiner le monde connu de son temps, est une altération de la projection conique, assez rapprochée de la méthode de Delille (2). Il place l'œil dans le plan d'un méridien quelconque de l'hémisphère, contenant le monde connu, et sur le prolongement du rayon de la sphère qui coupe ce méridien à 45° lat. N. Il fait ensuite « tourner le globe, de sorte » que les méridiens se présentent successivement à l'œil » comme des lignes droites, se réunissant au pôle, et que » les parallèles se montrent comme des arcs de cercle, » ayant leur partie convexe tournée au midi ». Ces mots prouvent qu'il n'est pas du tout question d'une perspective stéréographique; la position de l'œil n'est indiquée que pour démontrer la possibilité de voir les méridiens projetés par une ligne droite. Les rapports qu'ont les arcs des parallèles dans cette projection, *fig.* 34, sont déterminés par des règles mathématiques arbitraires, dont le résultat est de rendre l'arc de méridien PF = 40,000 stades, exactement proportionné à l'arc de parallèle de latitude de Rhodes HKL = 72,000 stades. Le parallèle de

(1) *Lagrange*, Mém. sur la construction des cartes, 2e sect.
(2) *Ptol.* Géog. I, cap. 21.

latitude de Thule OPQ et l'équateur RST ont aussi entr'eux la même proportion que sur le globe, mais ils sont trop grands comparés à HKL. Comme Ptolémée étendait le monde connu à 16 degrés et demi au sud de l'équateur, il trace à cette latitude l'*antiparallèle* de Méroë, lieu situé à 16 $\frac{1}{2}$° au nord de l'équateur; il divise cet arc comme celui qui passe par Méroë et marque les méridiens en tirant des droites entre ces points de division et ceux de l'équateur. Cette projection n'est, comme on voit, qu'une altération grossière de la projection conique. Aussi Ptolémée lui préfère une autre méthode dont nous allons donner un aperçu rapide (1).

Deuxième méthode de Ptolémée.

L'œil est placé dans le plan du méridien qui partage par le milieu le monde connu, et sur le prolongement du rayon de la sphère, tiré par la commune intersection de ce méridien avec le parallèle de Syène, censé être le parallèle moyen du monde connu. Soit par conséquent ABCD, *fig.* 35, le grand cercle qui circonscrit l'hémisphère contenant le monde connu de Ptolémée; soient A et C les pôles, BFD l'équateur, AFC le méridien moyen du monde connu et E son point d'intersection avec le parallèle de Syène; alors une ligne tirée du centre T par E en S sera la ligne dans laquelle se trouve l'œil. Si maintenant on tire par E un grand cercle dont BED est la moitié, l'œil se trouvera aussi dans son plan, parce qu'il est dans sa commune intersection avec le plan du méridien AEC. D'où Ptolémée conclut « que les demi-cercles » BED et AFC se montreront comme des lignes droites, » se coupant à angles droits; qu'au contraire l'équateur » et tous ses parallèles, attendu que leurs plans ont la » même inclinaison contre le plan du grand cercle BED » dans lequel se trouve l'œil, paraîtront comme des arcs » de cercles parallèles, ayant leur partie convexe tournée » au sud; enfin que les méridiens, situés de deux côtés, » du méridien moyen AEC, seront vus comme des arcs

(1) *Ptol.* Géog. I, c. 24.

» de cercle, dont la concavité est tournée vers le mé-» ridien moyen et qui deviennent de plus en plus con-» caves, à mesure qu'ils s'en éloignent ». Mais au lieu de développer ces principes conformément à la perspective, Ptolémée détermine les lignes de sa projection d'après des proportions arbitraires, combinées de manière à conserver autant que possible la configuration des pays. « Tracez, dit-il, le parallélogramme rectangle ABCD, *fig.* 36, de manière que le côté AB soit double du côté BD. Coupez-le en deux également par la perpendiculaire EF, que vous diviserez en 90 parties. Prolongez cette ligne de 91 parties $\frac{5}{4}$ pour avoir le centre L. Prenez FG de 16 parties $\frac{5}{12}$ pour tracer de l'ouverture LF le parallèle de Méroë SX. Faites GH de 23 $\frac{5}{12}$ pour avoir avec le rayon LH le tropique du Cancer TY. Prenez GK de 63 parties et de KL, décrivez le parallèle de Thule QR. Portez sur ces trois parties de circonférences TY, QR, SX, les degrés convenables aux parallèles qui leur répondent et dans les rapports qu'ils ont avec ceux de l'équateur; et par les trois points correspondans QTS, RXY, etc., faites passer des portions de circonférences; elles seront les méridiens demandés.

Cette projection est encore employée, quoiqu'avec des modifications essentielles, pour figurer des parties considérables du globe. La meilleure des méthodes qui dérivent en quelque sorte de celle de Ptolémée, est celle employée par Flamsteed dans son atlas céleste, et dont, si je ne me trompe pas, le perfectionnement est dû à *Bonne*, un des plus habiles géographes français. Les principes de ce développement sont de décrire tous les parallèles d'un même centre, pris dans l'axe de la carte, et de prendre ensuite sur chaque parallèle les degrés de longitude tels que les donne la loi de leur décroissement, c'est-à-dire proportionnels au cosinus de leur latitude, et enfin de faire passer par une même série de points de division correspondans, une ligne courbe qui représente le méridien. Quelle que soit la position du centre sur

Modification de la projection de Ptolémée.

l'axe de la carte, cette projection jouit de la propriété de représenter par des quadrilatères égaux chaque quadrilatère correspondant formé sur la surface du globe par deux méridiens et deux parallèles quelconques (1). Les quadrilatères ont d'ailleurs deux de leurs côtés opposés égaux en longueur aux côtés correspondans sur la sphère, quoique différens par leur courbure. Le premier méridien y est rectiligne et coupe tous les parallèles à angles droits ; les suivans sont des courbes qui les coupent plus ou moins obliquement à mesure qu'ils s'éloignent du méridien principal ; ce qui fait que les quadrilatères qu'ils comprennent s'alongent dans le sens de l'une de leurs diagonales et se rétrécissent dans le sens de l'autre. C'est là le principal défaut de ce développement, mais il ne devient sensible qu'à une distance déjà considérable du centre de la carte.

Ce défaut était très-sensible dans l'atlas de Flamsteed, parce que cet astronome, ayant prolongé indéfiniment l'axe de sa carte, a tracé les parallèles par des rayons infinis, c'est-à-dire qu'elles sont dans la carte des lignes droites, coupant les méridiens de l'extérieur de la carte sous des angles très-obliques, d'où il résulte une grande altération dans la configuration des pays éloignés du centre, ainsi qu'on peut le juger d'après la *fig.* 37.

Projection de Flamsteed.

On obvie à cet inconvénient, en assujettissant d'abord le parallèle moyen de la carte à être coupé perpendiculairement par tous les méridiens. Pour cela, il suffit de prendre une droite égale à la cotangente de la latitude du parallèle qui divise à peu près également dans le sens des méridiens la région qu'on se propose de représenter, et avec cette droite, comme rayon, de décrire le parallèle moyen de la carte ; les autres parallèles se décriront du même centre avec le même rayon augmenté ou diminué d'une quantité égale à la partie du méridien, compris

Correction de cette projection.

(1) *Mollweide*, Démonstration analytique de la project., etc. *Zach*, Correspond. astronom., XIII, 144.

entre le parallèle moyen et celui qu'il s'agit de tracer. Il n'est pas nécessaire de dire qu'on doit également faire coïncider le méridien principal de la carte avec celui qui, dans le sens des parallèles partage la carte en deux portions égales. C'est une règle générale dans tous les développemens du globe.

La projection corrigée de Flamsteed étant aujourd'hui la plus généralement adoptée, nous croyons devoir en faire connaître en détail les procédés, d'après la méthode adoptée au *Dépôt de la guerre* (1).

Tracé de la projection de Flamsteed corrigée.

Proposons-nous d'appliquer ces principes au développement d'un demi-fuseau sphérique dont l'angle est de 100 degrés, nouvelle mesure. Le développement sera la projection d'un triangle à trois angles droits ou de la huitième partie de la surface de la sphère. Soit, dans la *fig.* 38, C*a* le rayon représentatif de la sphère proposée, et *a*O une ligne perpendiculaire et égale à C*a*. Si du point *a* on abaisse sur Co la perpendiculaire *ae*, elle sera le rayon du parallèle à la latitude de 50 degrés (nouv. mes.), en prenant P pour le pôle et Q pour un point de l'équateur. Cela posé, on pourra considérer *a*O comme le côté d'un cône tangent à la sphère, et alors la surface près du cercle de contact coïncidera sensiblement avec la surface sphérique. Or, puisque, d'une part, il s'agit de développer seulement le quart de la circonférence dont *ae* est le rayon, ou ce qui revient au même, le quart de la surface courbe du cône droit qui a O*a* pour côté; et que, d'une autre part, *ae* est le sinus de 50 deg., lorsque le rayon *a*C est pris pour le sinus total, on aura le logarithme du sinus de 50° = 9,8494850 et le sinus de 50° = 0,7071. Ensuite $\frac{1}{4}$ de la circonférence qui a pour rayon *ae*, est = 1,1101627, enfin puisque l'arc *a*M' (*fig.* 39) décrit d'un rayon *a*O = 1, doit avoir pour longueur 1,1101627, on trouvera le nombre de degrés de cet arc par la proportion que voici :

$$3{,}14 : 200° :: 1{,}1101627 : x = 70°{,}71.$$

(1) *Puissant*, Traité de Topographie, t. 133.

Telle est la valeur de l'angle aOb ou l'amplitude de l'arc ab, *fig.* 39. Maintenant, si l'on veut avoir les degrés de longitude de 5 en 5, on divisera l'arc ab en vingt parties égales, et le milieu M de cet arc sera sur l'axe OM de la carte. Mais comme il n'est pas possible de déterminer la position des autres parallèles ainsi que la longueur de leurs degrés respectifs, sans avoir une échelle de parties égales, construite d'après le nombre de mètres contenus dans le rayon moyen aC de la terre, rayon qui comme on sait est = 6,366198 mètres, on procédera préalablement à la construction de cette échelle. Pour cet effet, on portera sur une ligne indéfinie mC', *fig.* 40, 636 parties et $\frac{6}{10}$ de C' en m, et l'on prendra a'C' égal au rayon aC, *fig.* 38; puis, par tous les points de division de la ligne mC', on mènera parallèlement à $a'm$ les droites xx', yy', etc. La ligne a'C' étant par ce moyen divisée en parties proportionnelles à mC', on formera sur ce module l'échelle de la *fig.* 39.

Échelle de la carte.

Ayant ainsi construit l'échelle de la carte, nous y prendrons une longueur de 50 parties ou myriamètres pour la valeur des degrés du méridien, pris de 5 en 5, et nous porterons cette longueur sur l'axe de la carte, dix fois au-dessus et dix fois au-dessous du parallèle moyen ab, *fig.* 39. Nous décrirons ensuite du point O comme centre, des arcs indéfinis, passant par tous les points de division de l'axe OM; alors nous aurons les parallèles de 5 en 5 degrés. Enfin, sur chaque parallèle, nous prendrons des distances égales chacune à cinq fois la valeur du degré de longitude, connu par les tables géographiques. Ainsi, sur le parallèle de 55 degrés, la longueur du degré de longitude est de 6 myriamètres, 49; par conséquent, il faudra, à partir de l'axe de la carte, et de part et d'autre de cet axe, porter cinq fois *l'intervalle 6, 49 × 5 = 32 myriam. 45*, pris sur l'échelle. *Lorsque tous les points par où doivent passer les méridiens auront été déterminés de cette manière*, il est facile de tracer ces courbes.

Il faut avouer que l'amplitude de l'arc d'un parallèle quelconque, déterminée par cette méthode, se trouvera un peu plus grande qu'elle ne devrait être, puisque l'on donne à la corde d'un arc de 5 degrés, la longueur même de cet arc; mais l'erreur qui en résulte est d'autant moindre, que la courbure des parallèles est plus petite. D'ailleurs, pour obtenir une exactitude rigoureuse, on peut déterminer l'amplitude de tous les parallèles comme celle du parallèle moyen, par l'angle que forment les deux rayons menés aux extrémités de ce parallèle.

Remarque sur l'échelle de la carte.

Au lieu de prendre arbitrairement, comme dans l'exemple donné, le rayon de la sphère, on en fixe le plus souvent la longueur à l'aide d'une échelle construite d'avance, et dont les parties sont dans un rapport déterminé avec le mètre. Par exemple, au Dépôt général de la Guerre, l'échelle pour le dessin et la gravure de la carte de chacune des quatre parties du monde, est $\frac{1}{2000000}$, c'est-à-dire que 2,000,000 mètres pris sur le terrain seront représentés sur la carte par une longueur réelle d'un mètre. D'après cela, le rayon de la terre qui est de 6,366198 mètres, sera seulement sur la carte de $\frac{6^m,366198}{2} = 3^m, 18$. Ainsi, pour que l'échelle de cette carte soit divisée de 10 en 10 myriamètres ou de 100000 en 100000 mètres, il faut que 10 myriamètres aient pour longueur 5 centimètres. Le Dépôt de la Guerre observe de même dans ses cartes spéciales une progression décimale de l'échelle, de sorte que le degré de latitude d'une carte générale étant pris pour unité, celui de la carte chorographique doit être représenté par l'un des nombres 2, 5 ou 10 qui sont des diviseurs exacts dans le système décimal. Par ce moyen, les cartes particulières s'enchaînent parfaitement avec les cartes générales, attendu que les proportions de détails croissent d'une à l'autre carte dans des rapports faciles à calculer. Mais l'exécution de ces sages vues renchérirait le prix des atlas géographiques, en exigeant le plus grand format.

Les diverses modifications de la projection conique ayant été suffisamment expliquées, nous allons considérer les *développemens cylindriques* de la surface du globe, et les cartes marines qui en sont déduites (1).

Développemens cylindriques.

Les *rumbs de vent* que suivent les navigateurs, ou les directions indiquées par la boussole, ayant la propriété de couper sous le même angle tous les méridiens qu'ils traversent et qui, pour cette raison, forment sur le globe la spirale, nommée *loxodromique* (2), se trouvent nécessairement projetés par des lignes courbes du même genre dans toutes les cartes où les méridiens ne sont pas parallèles.

Des lignes loxodromiques.

C'est ce que démontre la *fig.* 41, dans laquelle on voit une moitié d'hémisphère projetée sur le plan de l'équateur. Soit P le pôle nord, AMB l'équateur; les droites tirées du centre à la circonférence sont des méridiens, et les cercles concentriques représentent les parallèles. Supposé que le navigateur veuille aller de C, point de l'équateur, droit au nord-ouest, le cours de son vaisseau doit constamment faire avec la méridienne du lieu ou avec la ligne nord et sud un angle de 45 degrés (anc. mes.). Arrive-t-il maintenant en G, la ligne méridienne GNP ne conserve plus de parallélisme avec le méridien CG; s'il continue sa route au nord-ouest, en observant toujours l'angle de 45°, il parviendra au point H, de là au point J, et il décrira ainsi la courbe loxodromique CGHJ qui s'approche constamment du pôle, sans toutefois y atteindre jamais. Plus l'angle constant sous lequel la route coupe les méridiens est grand, et plus la courbe loxodromique devient longue, comme on le voit dans la *fig.* 41, par la ligne CRS. On conçoit que les marins qui doivent diriger leurs courses sur ces lignes, ne peuvent tracer commodément sur ces cartes ni le chemin qu'ils ont parcouru, ni la route qui leur reste à

(1) Neptune Français, discours prélimin. *Bezout*, Cours des mathém. Marine. *Dubourguet*, Traité des navigations, etc.

(2) Voyez ci-d., *Liv.* XXV, p. 77.

faire, à cause de la difficulté de mesurer avec le compas l'arc d'une courbe ; pour parer à cet inconvénient, ils ont cherché à imaginer une projection de cartes dans laquelle les méridiens fussent des lignes parallèles droites.

Le développement d'un cylindre se présente aussitôt à l'esprit, comme le moyen d'obtenir une semblable projection. Lorsqu'on se borne à retracer une zone de très-peu d'étendue en latitude, il est évident que la zone sphérique pourra, sans erreur sensible, être représentée par le développement d'un cylindre, soit inscrit, soit circonscrit à cette zone, et dont l'axe coïncide avec celui du globe. Les méridiens qui résulteront des sections du cylindre par des plans passant par son axe, sont représentés par des lignes droites parallèles à cet axe ; les plans des parallèles coupent le cylindre suivant des cercles parallèles à sa base, et qui deviennent des lignes droites dans le développement. Telle est la construction des cartes plates dont on attribue faussement l'invention à don Henri, infant de Portugal, puisque Marin de Tyr, antérieur à Ptolémée, en condamne l'usage et en a essayé une modification (1). Leurs défauts sont analogues à ceux de la projection conique ; ils sont même plus considérables ; car dans celle-ci, on peut donner à deux parallèles leur véritable longueur par rapport aux degrés de latitude, tandis que sur la carte plate, on ne peut observer cette proportion qu'à l'égard d'un seul, savoir : pour l'inférieur dans le développement du cylindre circonscrit, et pour le supérieur dans le développement du cylindre circonscrit. Il est vrai qu'on pourrait masquer cet inconvénient, si on employait le cylindre construit sur un des parallèles intermédiaires, et qui serait en partie intérieur et en partie extérieur à la sphère ; de cette manière, l'étendue en longitude se trouverait exacte vers le milieu, mais l'erreur serait partagée entre les deux extrémités. On a

Construction des cartes plates.

(1) *Marin. Tyr.* Ap. Ptolém. I, 20. Comp. *Gossellin*, Recherches sur la Géographie des Grecs ; II, 35 sqq. I, 46-50, etc., etc.

même essayé des projections cylindriques, dans lesquelles le cylindre aurait pour base un cercle vertical quelconque (1), mais nous n'en parlerons pas, et nous nous bornerons à remarquer que l'on peut placer le parallèle qui sert de base au cylindre, de manière que l'aire du développement soit égale à celle de la zone sphérique.

Le tracé des cartes plates s'effectue sans peine dès qu'on a fixé la position du parallèle terrestre qu'on développe; il n'est question que de donner aux degrés de longitude, sur ce parallèle, la grandeur qu'ils doivent avoir par rapport à celle qu'on assigne au degré de latitude.

Défauts des cartes plates.

La ligne HG, *fig.* 42, étant supposée parallèle à l'axe CP et égale au développement de l'arc BF, sera le méridien de la carte destinée à représenter la zone comprise entre les parallèles des points B et F. Le développement du parallèle moyen, dont le rayon est E *e*, donnera les degrés de longitude. On voit par cette figure le défaut de la carte sur les parallèles extrêmes, puisque le rayon G *g* est plus petit que B *b*, et le rayon H *h* plus grand que F *f*.

Ces cartes ne peuvent convenir qu'à de très-petites parties du globe; les moins défectueuses sont celles qui représentent les régions voisines de l'équateur, parce qu'à peu de distance de ce cercle, les cosinus de latitude ne varient pas beaucoup. D'Anville s'en est encore servi dans un cas semblable (2), mais ce cas est presqu'unique.

Projection de *Mercator* ou cartes réduites.

Pierre Nunnez ou *Nonnius*, remarqua, vers le milieu du seizième siècle, les défauts des cartes plates. *Mercator* qui venait d'introduire la projection stéréographique pour les mappemondes, considéra que les marins n'emploient pas la carte pour connaître la figure des pays, mais seulement pour y tracer exactement, d'après sa longueur et sa direction, le chemin qu'ils ont fait, et pour déterminer la distance où ils sont des divers points des côtes, et la direction qu'ils doivent tenir pour y arriver

(1) *Textor*, dans *Zach*, Corresp., XVIII, 190.
(2) *Carte de Guinée*, 1776. *D'Anville*, Considér. sur la Géog., 250.

ou pour les éviter, il imagina d'après ce principe, en 1550, la projection des *cartes réduites*, qui satisfait parfaitement à ces conditions, et dont les Anglais Wright, Gregory, Halley et autres, ont trouvé long-temps après la théorie mathématique (1). Les méridiens y sont des lignes droites parallèles, équidistantes et coupées à angle droit par les parallèles à l'équateur ; mais les intervalles qui séparent ceux-ci, croissent à mesure qu'on s'avance vers les pôles, dans un rapport précisément inverse de celui que suit sur le globe la diminution des degrés de longitude, *fig.* 43. Il résulte de là que les distances en longitude, mesurées sur chaque parallèle, ont, par rapport aux distances en latitudes correspondantes, la même relation que sur le globe.

Le tracé de ces cartes n'a d'autre difficulté que la construction de l'échelle des latitudes, pour laquelle on a depuis long-temps des tables calculées avec beaucoup de soin ; et même en ayant égard à l'aplatissement de la terre. Elles portent le nom de tables des *latitudes croissantes*, à cause de l'augmentation qu'éprouve dans ces tables la longueur de chaque degré de latitude, à mesure qu'il approche du pôle. Comme les principes d'après lesquels ces tables sont construites, ne peuvent être expliqués rigoureusement qu'à l'aide du calcul intégral, nous nous bornerons à une observation sur la nature des cartes réduites. Il est évident qu'on ne doit point y chercher, ni les rapports d'étendue des pays, ni l'exacte image de leur configuration ; car cette projection augmente considérablement les régions qui sont placées vers les pôles, quoique d'ailleurs elle partage avec la *projection stéréographique* la propriété de conserver aux portions infiniment petites du globe, leur similitude ; mais ces défauts n'ont aucun inconvénient pour des cartes, qu'on ne doit regarder que comme des instrumens destinés à résoudre graphiquement les principales questions du pilotage, ce qu'elles font avec la plus grande exactitude et la plus grande facilité, moyen-

Tables des latitudes croissantes.

(1) *Mollweide* dans *Zach*, Corresp., XIV, 490.

nant des procédés géométriques ou des calculs, enseignés dans les traités de navigation.

Projections proportionnelles.

Il nous reste encore à faire connaître diverses méthodes pour tracer les cartes, méthodes qui n'ont point pour base le développement d'une figure, mais seulement des calculs de proportion.

Projection de *Lambert*.

La plus remarquable projection de ce genre est celle qu'a inventée le célèbre géomètre Lambert (1), et que depuis auteur italien a depuis examinée de nouveau (2). Cette projection a pour condition principale de représenter par des espaces égaux les régions d'égale étendue. Pour construire la carte d'un hémisphère, on le conçoit partagé en demi-fuseaux par des plans menés par son axe; et sur le centre du grand cercle perpendiculaire à cet axe, on en décrit un autre dont l'aire soit équivalente à celle de l'hémisphère. Il est aisé de voir que chaque demi-fuseau sera représenté sur le cercle dont il s'agit, par un secteur dont l'angle sera égal à celui que forment les deux plans que comprend le fuseau. C'est ce que montre la *figure* 44, dans laquelle P représente le pôle; ABD, le plan de l'équateur; APB, un demi-fuseau compris entre deux méridiens et l'équateur : le cercle A'B'D' est celui dont l'aire est égale à celle de l'hémisphère PABDE. On découvre aussi sans peine que le rayon A'C doit en général être égal à la corde AP de l'arc du méridien compris entre le pôle et le plan qui termine la calotte sphérique qu'on veut représenter.

Projection polaire.

Dans la projection polaire, tracée d'après ce principe, les méridiens sont les rayons du cercle qui termine la carte; les parallèles sont des cercles concentriques à ce premier, décrits d'un rayon égal à la corde du complément de la latitude; les quadrilatères formés par les méridiens et les parallèles qui terminent une zone, sont égaux et rectangles, comme sur la sphère; et [illegible] cette

(1) *Lambert*, Mémoires sur l'usage des mathématiques, vol. III, observations sur les cartes, §. 99. *Mayer*, Introduction, etc. §. 52, en all.

(2) *De Lorgna*, Principi di Geografia, etc., Véronne, 1789.

raison, la configuration des pays n'est pas très-altérée. Les distances ne se mesurent pas immédiatement par la droite qui joint les deux points que l'on compare, mais elle n'en diffère pas beaucoup, et sa valeur exacte peut s'en déduire assez facilement. Cette projection est encore très-facile à décrire, lorsqu'il s'agit des hémisphères terminés par l'équateur; mais le tracé se complique lorsqu'il s'agit des hémisphères terminés par l'horizon, parce qu'il faut alors substituer aux méridiens et aux parallèles les cercles *azimutaux* et les *almicantarats* (ou parallèles à l'horizon) du lieu pris pour centre de la carte, cercles auxquels on ne peut rapporter les longitudes et les latitudes que par une construction ou un calcul particulier.

Projection équatoriale.

Les inconvéniens paraissent moindres dans la projection des hémisphères terminés par le méridien. Un géomètre allemand (1) en a donné une analyse, de laquelle il résultait le procédé graphique suivant. On tracera un cercle avec le rayon AC, *figure* 45; on le coupera par les lignes AD et BE, l'un représentant l'équateur, l'autre le méridien du milieu de la carte. On marquera les cordes représentant les parallèles en divisant les demi-diamètres BC et EC chacun d'après l'échelle suivante, le rayon AC étant pris pour unité.

Latitude 10°	— 0,13681	Latitude 60°	— 0,76239
—— 20	— 0,27201	—— 70	— 0,86191
—— 30	— 0,40397	—— 80	— 0,94539
—— 40	— 0,53094	—— 90	— 1,00000
—— 50	— 0,65116		

Enfin, on partagera tant l'équateur que les parallèles en parties égales, et on fera passer par les points de division correspondans des ellipses représentant les méridiens. Cette projection offre quelques ressemblances avec l'orthogra-

(1) *Mollweide*, dans *Zach*, Correspond., XII, 160. Voyez les *Annales des Voyages*, vol. XIII.

phique ; mais, plus facile à tracer, elle défigure infiniment moins les pays et elle donne les espaces dans leurs justes proportions.

Altération de cette projection.

On peut considérer comme une altération arbitraire de cette projection proportionnelle, la méthode dont Vaugondy attribue l'idée à G. De l'Isle (1), mais qui se trouve déjà indiquée dans des auteurs plus anciens (2). Elle consiste à diviser le méridien principal, l'équateur et la circonférence de la carte en parties égales, et ensuite de faire passer par les points de division des courbes représentant les méridiens et les parallèles. Les mappemondes d'Arrowsmith sont tracées d'après cette méthode qui n'a rien de recommandable.

Projection de Cassini.

Les opérations des Cassini pour déterminer la figure de la terre, par la mesure des degrés du méridien et des parallèles, ont fait naître une espèce de projection très-importante, puisque c'est celle de la grande carte de France, le plus beau travail géographique qu'on ait exécuté jusqu'ici (3).

Lorsqu'on entreprit de mesurer un degré de longitude, on reconnut la difficulté qu'il y avait à tracer exactement sur la terre un parallèle à l'équateur. En effet, si, par un alignement dirigé au moyen de piquets verticaux, et perpendiculaire au méridien d'un lieu, on détermine une suite de points, il est évident qu'en supposant la terre sphérique ils appartiendront au grand cercle que détermine le plan vertical, mené perpendiculairement au méridien dont il s'agit, et qui, sur la terre, répond au cercle céleste que l'on nomme *premier vertical*. Le parallèle se sépare bientôt de ce cercle qu'il ne fait que toucher au point où il coupe le méridien. Dans un sphéroïde, la courbe perpendiculaire au méridien est à double courbure, et la recherche de ses propriétés a occupé plusieurs géomètres (4).

(1) *R. Vaugondy*, Institutions géog., 324. *Puissant*, Topographie, 135.
(2) *Fournier*, Hydrographie, l. XIV, ch. 30. (3) *Cassini*, Acad. des Sciences, 1745. (4) Mém. de l'Académie des Sciences, année 1733.

Le méridien et ses perpendiculaires étant les lignes qui se tracent le plus facilement par les opérations astronomiques et géodésiques, c'est au méridien de l'observatoire de Paris et à ses perpendiculaires, qu'on rapporte immédiatement les points de la carte de France; leurs latitudes et leurs longitudes n'ont été conclues qu'à *posteriori* et par le calcul (1).

Propriétés de cette projection.

Pour se former une idée de la manière dont cette projection représente les espaces terrestres, il faut observer que les grands cercles perpendiculaires au méridien (en supposant la terre sphérique) se coupent tous aux pôles de ce méridien, et convergent par conséquent les uns vers les autres; tandis que sur la carte, où le même méridien est une ligne droite, ils deviennent parallèles entr'eux. Il résulte de-là que les portions déterminées par deux cercles perpendiculaires au méridien, sont représentées par des rectangles de même longueur, mais plus larges vers les extrémités. Ainsi leurs distances et leurs aires ne peuvent être mesurées immédiatement sur la carte de France, que par approximation; et quoique l'étendue en longitude ne soit pas assez considérable pour que la convergence des perpendiculaires au méridien entraîne une erreur importante (2), il faut être sobre dans l'emploi de cette projection, qui n'est excellente que pour la réunion immédiate des levées trigonométriques. Plusieurs géomètres allemands ont calculé des formules et des tables pour en rendre l'usage plus sûr et pour en corriger les erreurs (3).

Fuseaux du globe terrestre.

C'est aux développemens arbitraires du globe qu'il faut rapporter la construction des *fuseaux*, qu'on trace sur le papier, pour recouvrir les globes qui ne sont pas fort grands. On partage en douze ou en dix-huit parties, selon

(1) *Du Séjour*, Traité analytique des mouvemens apparens des corps célestes, t. II, et la Description géométrique de la France, par *Cassini*. (2) Elles vont dans les extrémités de la France de Cassini à 150 toises sur 40,000. *Barbié du Bocage*, Mém. topograph. du Dépôt de la Guerre, I, 23. (3) *Zach*, Correspond.

la grandeur de son diamètre ; la surface du globe, en menant des méridiens de 30 en 30° ou de 20 en 20°. L'espace compris entre deux de ces méridiens ayant très-peu de courbure dans le sens de sa largeur, peut être regardé comme faisant partie d'une surface cylindrique, circonscrite à la sphère, suivant le méridien qui le divise en deux parties égales. On développe ce méridien, et, en portant perpendiculairement (comme des ordonnées de chaque côté, les demi-largeurs des portions de parallèles comprises entre les méridiens qui terminent le fuseau, on obtient la forme de celui-ci. Quelquefois on le tronque par les deux extrémités à 15 ou 20 dég. des pôles, et l'on trace à part ces deux zones ou calottes sphériques, en les considérant comme si elles étaient plates. Ce procédé n'est qu'un mécanisme approximatif, qui facilite la fabrication des globes et qui ne mérite pas que nous en disions davantage. Exprimons seulement le vœu de voir quelque mécanicien habile inventer des moyens propres à donner à la gravure des globes plus d'exactitude, en leur conservant l'avantage de la multiplication des exemplaires.

LIVRE VINGT-HUITIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Continuation et fin de la Théorie des Cartes géographiques. Du choix et de la réunion des Détails.

EN VAIN la géométrie nous aurait-elle enseigné tant et de si ingénieuses méthodes de tracer les cartes, d'une manière conforme aux besoins de la géographie, si nous n'avons à insérer, dans ces tableaux du globe, que des images incomplètes des diverses contrées. Toutes nos projections ne seraient alors que ce que sont les règles de la perspective pour un peintre d'enseignes. C'est la nouveauté, l'exactitude et la richesse des détails, qui font distinguer une carte savante de ces informes esquisses, dont l'avidité confie la fabrication à l'ignorance. Il faut donc, pour composer une carte, savoir choisir et réunir les détails qui doivent en faire le mérite.

Choix des projections et de l'échelle.

Le premier objet des méditations du géographe dessinateur, est de déterminer le genre et le but de sa carte. Est-elle *générale?* embrasse-t-elle une vaste portion du monde? il choisit un grand format, et emploie une projection qui altère peu les configurations, comme les diverses projections coniques modifiées. Veut-il construire une *mappemonde* destinée à des études de géographie astronomique? il se sert de la projection stéréographique horizontale. Sa mappemonde doit-elle s'appliquer à la géographie physique? il préfère de la développer sur un seul méridien, en mettant le nouveau continent à droite pour ne pas interrompre l'enchaînement des continens. Dans les cartes *spéciales* où l'on retrace un empire ou une province, le choix de la projection paraît plus indifférent, parce que les défauts de toutes les méthodes s'affaiblissent quand la carte n'embrasse qu'une petite portion de la surface du globe; cependant, il y a des avantages et des

inconvéniens qui découlent de la nature des projections, et que nous avons indiqués dans le Livre précédent; il y a aussi telle projection qui, par rapport au format, oblige le géographe à faire entrer dans sa carte plus de pays étrangers à son objet principal que telle autre; or, il est essentiel d'éviter ces projections, parce qu'elles diminuent l'*échelle* de la carte, c'est-à-dire, la proportion entre l'image et l'objet représenté. Les marins qui *pointent* leur route sur les cartes, disent, au lieu de grande et petite échelle, *grand* et *petit point*, expression qui ne s'applique proprement qu'aux cartes réduites.

L'impossibilité de faire entrer sur une carte, même de très-grande dimension, tous les détails relatifs à la topographie, nécessite un choix parmi ces détails, choix qu'il est impossible d'assujettir à des règles générales. Telle carte est destinée à faire connaître les limites politiques des États, et la circonscription des provinces avec leurs chefs-lieux; telle autre est consacrée à retracer les chaînes des montagnes et l'embranchement des rivières; ces deux classes admettent encore des subdivisions. Une carte *militaire* n'est au fond qu'une topographie parfaite et détaillée; le guerrier doit y trouver chaque route sur laquelle il peut avancer, soit muni de son artillerie, soit à pied et armé seulement de son fusil; chaque gué qui lui permet de franchir une rivière, chaque défilé par lequel il peut tourner la position d'un ennemi moins instruit ou moins vigilant; en un mot, ces cartes doivent lui présenter toutes les localités qui peuvent influer sur ses opérations : aussi, le nombre des bonnes cartes militaires est-il très-circonscrit. C'est en grande partie à l'excellence de celles qu'a fournies le *Dépôt de la guerre* que les armées françaises doivent leurs succès. Un savant géomètre très versé dans l'art de la guerre (1), avait fait une liste des généraux français, dans laquelle il appréciait leurs talens; on y lisait souvent à côté des noms les plus illustres, cette note : *il con-*

Cartes politiques et physiques.

Cartes militaires.

(1) M. *Carnot*, comp. *Zach*, Correspond. astronom., I, 520.

noît bien la carte. L'importance des études géographiques pour les chefs d'armée, avait déjà été sentie par les anciens, et les Romains n'ignoraient point que « les localités » influaient souvent plus sur le succès, que la bravoure » et le nombre » (1).

Les autres états de la société, ont également besoin de cartes spécialement consacrées à un but particulier; celles des eaux et forêts, par exemple, devraient toujours servir de fanal à une sage administration, et sous ce rapport, les États d'Allemagne ont jusqu'ici eu des avantages sur la France. Ce que la carte militaire est pour les terres, les cartes *nautiques* le sont pour les mers; elles intéressent même le géographe-physicien en ce qu'elles représentent, quoique bien imparfaitement, les inégalités du fond de ces bassins, couverts d'eau, qui occupent une si vaste portion du globe. Les rochers, les brisans, les bancs de sable, dont la mer est parsemée, sont des montagnes et des collines sous-marines, et leur connaissance complète jetterait un grand jour sur la géographie des montagnes terrestres. Malheureusement, la nature semble nous interdire l'espoir d'achever jamais cette partie de la géographie. « Les navigateurs, dit un célèbre » marin (2), ne peuvent répondre que des routes qu'ils ont » faites ou des sondes qu'ils ont prises, et il est possible » qu'avec de belles mers, ils aient passé *à côté* des bancs » ou des battures qui ne brisaient point (c'est-à-dire » dont l'écume des flots brisés ne trahissait point l'exis- » tence). » Les cartes de rivières offrent en détail toutes les branches d'un fleuve et toutes les circonstances de son cours. Elles sont comprises avec les cartes nautiques, sous l'appellation générale d'*hydrographiques*.

Cartes nautiques.

Il y a encore des cartes de botanique, de minéralogie, de géologie, de zoologie même, dont le but est de montrer la distribution géographique des productions de la

Cartes scientifiques.

(1) *Végèt*, Re. milit. III, c. 26. (2) *La Pérouse*, Voyage, II, ch. 2.

nature (1) ; il y en a que leurs auteurs décorent du nom d'*historiques*, et qui doivent montrer les migrations des peuples et les changemens de souveraineté (2) ; enfin, il y a peu d'objets dont on n'ait tenté de réduire les rapports de localité en forme de cartes. Mais la composition de ces sortes de tables ne saurait être soumise à d'autres règles constantes que celles qui résultent des sciences étrangères à la géographie.

Toutes les cartes ne peuvent pas être destinées à faire avancer les connaissances par la publication de détails nouveaux ou plus exacts que ceux des cartes précédentes.

Cartes élémentaires.

L'instruction publique réclame des *cartes élémentaires*, dont le mérite consiste à rendre d'une manière fidèle et complète les vérités déjà connues et dans lesquelles il serait à désirer qu'on adoptât un système de gravure moins élégant et moins dispendieux que celui qu'exige le goût raffiné du public français. L'essentiel dans un *atlas élémentaire*, ce n'est pas d'établir en grand format des cartes très-complètes et d'une exactitude minutieuse ; c'est plutôt d'offrir, dans une série de petites cartes très-nombreuses, l'ensemble des principes de la science. Les fraudes scandaleuses dont le public français a été la dupe dans ce genre, forment un chapitre trop honteux de l'histoire de la géographie pour qu'il soit digne de notre plume de le retracer.

Après avoir mûrement réfléchi sur le but qu'il se propose, le géographe-dessinateur s'occupe de la réunion des détails qui doivent remplir sa carte.

Emploi des observations astronomiques.

Ici les bonnes observations astronomiques tiennent, sans contredit, le premier rang ; mais qu'il est difficile de juger si une observation est bonne ! Combien de changemens mal à propos introduits dans la géographie par l'emploi inconsidéré des longitudes mal observées ou mal calculées ! surtout combien d'erreurs dues à l'usage peu soigneux du chronomètre ! Nous avons indiqué les di[illegible]

(1) *Ritter*, Cartes physiques de l'Europe. (2) L'*Atlas historique*, par M. *Kruse*, en allemand, est le meilleur ouvrage dans ce genre.

méthodes par lesquelles l'astronomie concourt à fixer les positions géographiques des lieux terrestres (1); mais la valeur d'une observation ne dépend pas uniquement de la bonté de la méthode : il faut, pour l'apprécier, en connaître tous les procédés, toutes les circonstances, et soumettre ces détails à une critique minutieuse et à des calculs soignés; en un mot, il faut imiter l'exemple d'un Oltmanns dans ses recherches sur les observations de M. de Humbolt. C'est en étudiant l'ouvrage de ce géomètre (2), que les géographes peuvent apprendre toutes les règles d'une saine critique à l'égard des données astronomiques. Le vrai géographe doit presque être astronome. Ainsi, nous retrouvons partout ce lien fraternel qui unit toutes les sciences en les rendant nécessaires les unes aux autres.

La seconde et la plus riche source où les géographes puisent les détails de leurs cartes, c'est la triangulation géodétique, opération dont nous avons donné une idée en parlant de la mesure de [illegible] par Picard (3). Emploi des mesures géodétiques.

Quand on possède un certain [illegible]re de positions, fixées par des observations astronomiques e des mesures trigonométriques, il est facile de rattacher à ces points fixes les plans particuliers levés sur le terrain, et qui en font connaître en détail les localités. Ce n'est pas ici le lieu d'exposer les méthodes qu'on emploie pour lever les plans sur le terrain; elles appartiennent à la géodésie et à l'arpentage. Nous nous contenterons d'indiquer comment on réunit en un seul plan topographique plusieurs de ces opérations, qu'on nomme *levés* (4).

Pour que deux plans particuliers se lient ou se rattachent, il faut qu'ils aient deux points communs, ou qu'une ligne de l'un puisse s'appliquer sur une ligne de même dénomination dans l'autre. Alors, en tirant dans la feuille destinée à former le plan topographique [illegible] cette *ligne di-* Réunion des levés géométriques.

(1) Ci-dessus, *Liv.* XXIII. (2) Voyage de Humboldt, partie astronomique. (3) Ci-dessus, *Liv.* XXIV. (4) *Lacroix*, Introd. à la géographie mathém. §§ 79, 80.

rectrice, de manière qu'il y ait de chaque côté un espace propre à comprendre ce qu'on doit y tracer, il n'y a plus qu'à combiner par des triangles, soit avec les points de cette ligne, communs aux deux plans qu'on veut réunir, soit avec les points qui seront placés après, tous ceux que comprend chaque plan; en construisant des triangles égaux et semblablement situés à l'égard de la ligne directrice sur le plan topographique, on y rapportera sans peine les deux plans particuliers. S'il doit y avoir réduction, comme cela arrive presque toujours, il faut faire les triangles du plan topographique semblables à ceux qui sont formés sur les feuilles des levés, mais de manière que les côtés des premiers soient à ceux des seconds dans le rapport qu'exige la réduction à faire.

Lorsque les feuilles des levés sont *orientées*, c'est-à-dire lorsque dans chaque feuille on a marqué la méridienne, soit vraie, soit magnétique, on rapporte les points de chaque feuille à la méridienne et à une perpendiculaire menée sur cette ligne par un point commun à deux feuilles contiguës. On mène les distances de tous les points à chacune de ces deux, parallèlement à l'autre; et soit en conservant ces distances telles qu'on les a trouvées, soit en les réduisant dans le rapport demandé, on les porte sur la méridienne et la perpendiculaire menées dans le plan topographique, pour représenter celles qui sont communes aux feuilles que l'on assemble. C'est de ces principes que dérive le mécanisme de réduction connu sous le nom du *treillis*, mécanisme très-commode pour la construction des détails des cartes. On divise les feuilles qu'on se propose de réunir, en carreaux, par des lignes parallèles et perpendiculaires à celle qui est commune à ces feuilles; plus on multiplie ces carreaux et mieux on s'aperçoit de la place qu'occupent dans chaque carreau les points et les contours qui y sont contenus, plus aussi on a de la facilité à les inscrire d'après un ordre semblable dans les carreaux correspondans, qu'on a tracés sur le plan de réduction ou d'assemblage. La *figure* 46 repré-

Réduction par le treillis.

sent cette opération. Les feuilles ABCD, EFGH, ayant pour lignes communes les droites CD et EF, sont partagées en carreaux, dont les côtés sont parallèles et perpendiculaires à ces droites ; le plan d'assemblage *abfe* est divisé de la même manière, par rapport à la ligne *cd*, qui représente la droite commune ; mais les côtés de chaque carreau sont les moitiés de ceux des feuilles ABCD, EFGH, de sorte que les objets marqués sur ces feuilles se trouvent réduits sur le plan d'assemblage à des dimensions moitié moindres, et à un espace qui n'est que le quart de celui qu'ils remplissaient d'abord. Pour reproduire le dessin tracé sur chacune des feuilles primitives, ou l'on peut imiter à vue, dans les carreaux du plan *abfe*, ce que contiennent les carreaux correspondans des feuilles ABCD, EFGH, ou bien, pour plus d'exactitude, on prend des *repères* sur chacun des côtés de ceux-ci, qu'on transporte sur les autres. Quand on veut conserver nets [illegible] les dessins que l'on copie, on pose dessus une glace bien [illegible], et d'une transparence bien égale, sur laquelle [illegible] tracés des carreaux avec le diamant du vitrier, et on fait ensuite coïncider deux lignes perpendiculaires entr'elles sur celles qui doivent servir à la réunion des feuilles qu'on assemble, ou sur les points qui les déterminent.

Cartes chorographiques.

Après avoir ainsi formé les plans topographiques, par la réunion des *levés* de détail, on en compose des cartes chorographiques, non seulement en assemblant les plans, mais encore en les assujettissant à la projection que l'on a adoptée. A cet effet, on trace sur ces plans les méridiens et les parallèles en lignes droites respectivement parallèles et perpendiculaires, comme le sont ces cercles, lorsqu'on n'en considère qu'une portion infiniment petite. On décrit aussi les quadrilatères correspondans sur le cadre de la carte qu'on se propose de construire, mais conformément aux lois de la projection adoptée ; il ne s'y a plus alors qu'à dessiner dans ces quadrilatères, ce qui est contenu dans les carreaux compris entre les mé-

ridiens et les parallèles des plans topographiques. Si on veut atteindre à une extrême précision, on prend, par rapport aux côtés des carreaux, les distances des principaux points qui y sont renfermés; on convertit ces distances en subdivisions des degrés de latitude et de longitude, et on en prend ensuite de semblables, à partir du parallèle et du méridien contigus aux quadrilatères correspondans sur la carte.

Des plans non orientés et sans échelle.

Deux circonstances peuvent arrêter le géographe dans cette opération. Il peut arriver que le plan topographique ne soit point orienté, ou que l'étant par la direction de l'aiguille aimantée, on ne sache pas quelle était la variation de la boussole dans le temps qu'on a levé et réduit ce plan, ou bien dans le lieu où l'on a opéré. Cet élément peut être suppléé lorsque le plan contient deux points dont la position respective est connue, puisqu'en joignant ces deux points par une droite, on a l'angle que fait cette droite avec la méridienne, et on peut par conséquent en fixer [illegible], par rapport à la méridienne, ou construire, au [illegible] de l'angle donné, la méridienne du plan. On détermine aussi par un moyen semblable, l'échelle d'une carte topographique qui en manque; car, connaissant la distance de deux points de cette carte, on n'a qu'à diviser en parties proportionnelles aux mesures itinéraires contenues dans cette distance, la droite qui joint ces deux points : elle devient l'échelle de la carte, et fait connaître la distance mutuelle de tous les autres points.

Cartes générales.

Les cartes chorographiques *sont réduites en cartes générales* par un procédé analogue à celui par lequel on réunit les topographies en des cartes chorographiques : on transporte dans les quadrilatères formés par les méridiens et les parallèles de la carte générale, ce qui est contenu dans les quadrilatères correspondans des cartes chorographiques que l'on veut assembler. Mais c'est ici qu'se découvre la nécessité de la *critique géographique*; c'est ici que le dessinateur, abandonnant l'humble rôle de co-

piste, doit, par du savoir, par des recherches et surtout par une grande sagacité, suppléer aux imperfections des données topographiques. Tantôt ce sont des erreurs à corriger, tantôt des lacunes à remplir; le plus souvent, ces deux inconvéniens se combinent.

Il peut arriver que dans les morceaux topographiques employés à la construction des cartes chorographiques, il y ait des erreurs communes à tous les points de la carte, comme des distances trop petites ou trop grandes dans le même sens, et que ces erreurs ayant été accumulées sur les cartes chorographiques et ensuite sur la carte générale, les grands espaces qu'elle représente, se trouvent alors, ou considérablement resserrés, ou considérablement alongés, sans même que le géographe puisse s'en apercevoir. Mais s'il a eu soin de placer sur sa carte générale, indépendamment des données topographiques, un certain nombre de points dont les latitudes et les longitudes sont co[illegible] par des observations astronomiques, ces points déterminent sur la [illegible] espaces dans lesquels doivent nécessairement s[illegible] les points et les détails intermédiaires; et si cela n'a pas lieu, l'excès ou le défaut qu'on trouve, étant dû aux erreurs des diverses cartes assemblées, se répartit entre tous les points de chacune, et devient par ce moyen presqu'insensible, à moins qu'on n'ait découvert quelque raison d'attribuer cette inexactitude à certains points particuliers, auxquels on fait alors supporter toute la correction indiquée par les observations astronomiques.

Correction des erreurs de topographie.

Le géographe n'est malheureusement que trop souvent dépourvu d'observations astronomiques et de levés trigonométriques; il n'y a que peu de pays, la France, par exemple, le Danemarck, la Hollande et la Hongrie, qui soient levés trigonométriquement dans toute leur étendue; il y a encore des provinces européennes où les astronomes n'ont pas pénétré. La géographie est donc obligée d'avoir recours aux *distances itinéraires*, toujours très-difficiles à évaluer d'une manière rigoureuse, même

Emploi des distances itinéraires.

quand on connaît exactement la valeur des mesures dans lesquelles elles ont été calculées. Cette connaissance est encore très-peu avancée, soit à cause du nombre immense des mesures à comparer, soit à cause des variations auxquelles elles sont soumises, soit enfin, à l'égard de beaucoup de mesures anciennes, parce qu'il nous en manque des modules authentiques (1).

Évaluation des mesures.

Nous avons déjà vu (2) qu'il y a diverses opinions sur la manière d'évaluer les *stades* des anciens, et qu'il est encore douteux si l'on doit les considérer comme des modules astronomiques ou comme des mesures locales. Dans la première supposition, nous rencontrons dans les anciens un passage sur trois qui ne se laisse plier à cette explication systématique qu'à force de corrections violentes (3), ou par l'admission d'un mélange peu vraisemblable de différens stades ; dans la seconde hypothèse, qui nous paraît préférable, on manque d'un principe clair d'où l'on puisse partir [illegible] sur la bonne route, mais entour[illegible]uit profonde. Au reste, ces obscurités valent mie[illegible] fausses clartés d'une hypothèse, dénuée de preuves ; d'ailleurs, les doutes qui enveloppent la métrologie ancienne, peuvent-ils nous étonner quand nous savons que même les mesures modernes présentent des cas où il est difficile de les réduire? Sans doute, on connaît exactement les rapports des mesures le plus généralement usitées dans les capitales, et citées dans les ouvrages des savans ; on sait, par exemple, ce que valent le mille anglais et le mille nautique, le degré du méridien contenant 69,2 des premiers et 60 des seconds ; on sait aussi que le pied anglais étant égal à 0,9384 du

(1) Traité des mesures itinéraires des anciens, par *d'Anville*. Observations, etc., par *Cossellin*, en avant de la traduction française de Strabon. Traité des mesures, par *Romé de l'Isle*. Métrologie constitutionnelle, par *Paucton*. Traité des monnaies, des mesures, etc., par *Gérard Kruse*, en allemand. Voyez les *Tables* à la fin de ce volume.

(2) Vol. I, p. 90-92.

(3) Voyez les notes de la traduction française de *Strabon*.

pied français, vaut 11 pouces 3 lignes, 1, et que la verge usitée en Angleterre pour mesurer les petites distances, vaut 3 pieds anglais; on en conclut, par conséquent, que la verge représente 33 pouces 9 lignes, 3 de France. De semblables réductions donnent le moyen de convertir les unes dans les autres, les mesures généralement en usage dans les grands Etats; mais il y a en outre, dans les provinces, des mesures locales peu connues, et à l'égard desquelles il faut faire des recherches multipliées pour obtenir leur rapport avec les autres, soit en comparant leurs composans aux unités les mieux fixées, soit en partant de quelque distance évaluée en mesure locale, et connue en mesures géographiques. En France, par exemple, rien ne variait autrefois plus que la grandeur de la lieue d'une province à une autre; la perche même qui sert à l'arpentage, avait tantôt 22 pieds, tantôt 18 seulement. Le nouveau système métrique prévient pour l'avenir une semblable confusion.

Tracé d'une route nautique.

L'orsqu'on connaît la valeur des mesures dans lesquelles un itinéraire est conçu, on marque la position de la route d'après les aires du compas ou le rumb de vent. Quand on a la longueur et la direction d'une route partant d'un point dont la position est donnée, on trouve bien aisément celle du point où cette route se termine. D'abord, lorsque la route n'est pas considérable, on peut, dans l'espace qu'elle traverse, négliger la courbure de la terre, c'est-à-dire regarder les méridiens comme parallèles entre eux, et par conséquent les rumbs de vent comme des lignes droites. Pour construire cette route sur une carte plate, il suffit alors de tirer par le *point de départ*, une ligne qui fasse avec la méridienne de ce point, un angle égal à celui que donne le rumb de vent qui a été suivi, et de porter sur cette ligne un nombre de parties de l'échelle égal à celui des mesures itinéraires parcourues : le point où se termineront ces parties, sera le *point d'arrivée*. On peut aussi substituer le calcul à la construction; si de l'extrémité de la route parcourue on abaisse sur la

méridienne qui passe par l'autre extrémité, une perpendiculaire, il en résultera un triangle rectangle, dans lequel la partie de la méridienne interceptée entre le point de départ et la perpendiculaire menée du point d'arrivée, indiquera la distance de ces points, prise sur la ligne nord et sud, ou la différence de latitude exprimée en mesures itinéraires, qu'on réduira ensuite d'après leur valeur, en degrés du méridien ; et la perpendiculaire exprimera la distance de ces mêmes points, prise sur la ligne est et ouest, qui se confond dans ce cas avec la différence de longitude exprimée en mesures itinéraires. Si on veut la convertir en degrés, il faut la diviser par le nombre de ces mesures que doit contenir un degré du parallèle du point de départ, ou si l'on veut plus d'exactitude encore, par le nombre des mesures comprises dans un degré du parallèle qui tient le milieu entre celui du point de départ et celui du point d'arrivée. Toute cette opération revient à diviser le nombre des mesures itinéraires, par le cosinus de la latitude du parallèle moyen.

Il peut se présenter une seconde question, dans le cas où la direction de la route n'est pas connue ; on la remplace alors par la latitude du point d'arrivée. La construction sur la carte plate consiste, dans ce cas, à tirer par sa latitude le parallèle du point d'arrivée, à prendre sur l'échelle de la carte le nombre des mesures assignées à la distance parcourue, et à décrire avec cette distance comme rayon, et du point de départ comme centre, un cercle qui coupera dans le point d'arrivée, le parallèle tiré précédemment. Si nous voulons résoudre cette question par le calcul, il faut convertir en mesures itinéraires la différence de latitude entre le point d'arrivée et le point de départ ; nous avons alors dans le triangle rectangle formé par la méridienne du point de départ, la perpendiculaire abaissée du point d'arrivée, et la route, deux côtés connus, savoir, la longueur de la route ou l'hypothénuse, et la partie de la méridienne comprise entre le point de départ et la perpendiculaire du point d'arrivée : en calculant la longueur

Trouver la direction d'une route.

de cette perpendiculaire, on trouve la distance des points de départ et d'arrivée, prise sur la ligne *est* et *ouest*, d'où on conclut, comme ci-dessus, la différence de longitude.

Courbure sphérique d'une route.

Lorsque la route parcourue est d'une longueur considérable, il devient nécessaire d'avoir égard à la courbure de la terre; la construction des deux problèmes précédens demande, par rapport à la réduction des lieues parcourues dans le sens *est* et *ouest*, en degrés de longitude, l'emploi des tables des latitudes croissantes, tables qui contiennent d'avance les résultats du calcul trigonométrique, par lequel le cas pourroit se résoudre (1). Pour la première question dans laquelle la direction de la route est connue, après avoir obtenu comme ci-dessus, la latitude du point d'arrivée, on prendra dans la table des

(1) Voici les principes de ce calcul. Observons que les rumbs coupent tous les méridiens sous le même angle; concevons ensuite la route parcourue divisée en parties assez petites pour pouvoir être regardées comme droites. Puis, que par les extrémités, ou subdivisions, ou même des méridiens et des parallèles, sur chacune de ces parties, prise pour hypothénuse, un triangle dans lequel les côtés de l'angle droit seront les différences de latitude et de longitude exprimées en mesures itinéraires. Qu'un de ces triangles soit représenté par celui qui est marqué ABC dans la *figure* 47, on aura par les principes de la trigonométrie rectiligne, AB : AC :: 1 : cos. BAC, d'où AC = AB cos. BAC. Mais l'angle BAC étant le même à l'égard de tous les méridiens que traverse sa route, la différence de latitude propre à chaque petit triangle comprendra le même facteur; et la somme de toutes ces différences composant la différence en latitude, des points de départ et d'arrivée, *sera égale* à la somme des portions de la route parcourue, ou *à la longueur totale de cette route, multipliée par le cosinus de l'angle que fait sa direction avec la méridienne*, comme dans le cas où l'on néglige la courbure de la terre. La réduction en degrés aura par conséquent lieu de la manière indiquée précédemment.

C'est au moyen de la différence en latitude AC que l'on peut maintenant calculer la différence en longitude correspondante à BC : on a pour cela la proportion

AC : BC :: 1 : tang. BAC,

de laquelle il résulte,

BC = AC tang. BAC.

Pour connaître cette différence en parties de l'équateur, il faut ob-

latitudes croissantes, la différence des nombres qui répondent à cette latitude et à celle du point de départ; on la multipliera par la tangente de l'angle correspondant au rumb de vent, et le résultat sera la différence de longitude exprimée en minutes de degré. Dans la seconde question, l'angle du rumb n'est pas donné, mais il peut se calculer par la différence de latitude, réduite en lieues, et par le chemin, qui sont alors les donnés; on conclut ensuite la différence de longitude, par la règle qu'on vient d'indiquer. Supposons, par exemple, qu'un vaisseau parti d'un point situé à 42° 3' de latitude boréale, ait couru

---

server que si on désigne par L la latitude du parallèle qui passe par le point A, on aura cette proportion

BC : *à la partie correspondante de l'équateur.*
:: cos. L : 1;

et par conséquent

la partie corresp. de l'équateur $= \frac{BC}{\cos. L}$:

mettant au lieu BC sa valeur trouvée ci-dessus, il viendra

la différence en long $\frac{AC}{\cos. L} \times$ tang. BAC.

La somme de tou[illegible]etites différences de longitude fournies par chaque partie de la [illegible]ute, s'obtiendra donc, en multipliant par le facteur constant tang. BAC, la somme de toutes les valeurs que reçoit le facteur $\frac{AC}{\cos. L}$ qui change pour chaque portion de route.

Si on conçoit ces portions telles que la différence AC soit égale à 1' du méridien ou de l'équateur, et qu'on observe que $\frac{1}{\cos. L} =$ sect. L, on changera l'expression ci-dessus en *la différence de longitude* $=$ 1' $\times$ sec. L. tang. BAC, et la somme des facteurs 1' $\times$ sec. L s'obtiendra en ajoutant toutes les sécantes de minute en minute, depuis la latitude du point de départ jusqu'à celle du point d'arrivée.

Ce procédé n'est qu'une approximation, puisque l'arc d'une minute n'est pas encore rigoureusement une ligne droite : on le rendrait plus exact en prenant les sécantes de 10" [illegible]10", ou même de seconde en seconde; mais l'opération deviendrait excessivement longue, tandis que le calcul intégral fournit l'expression rigoureuse de cette somme, en supposant la différence totale de latitude, ou l'arc du méridien, partagé en un nombre infini de parties. On a, par ce moyen, calculé pour tous les arcs possibles, ces sommes qui ne sont autre chose que les *latitudes croissantes des cartes réduites*. Voyez les Traités de Navigation de *Bezout* et de *Dubourguet*, etc.

252 lieues marines au *nord-est* $\frac{1}{4}$ *est* : on trouve d'abord que ce rumb fait, avec le méridien du côté de l'est, un angle de 56° 15', et on en conclut que la route répond, sur la ligne nord et sud, à 140 lieues, ce qui donne 7° de différence en latitude vers le nord. Cette différence étant de même dénomination que la latitude du point de départ, doit s'ajouter avec celle-ci pour obtenir celle du point d'arrivée, qui est par conséquent de 49° 3'. On cherche ensuite, dans une table de latitudes croissantes, le nombre qui répond à 49° 3', savoir : 3386'7, puis celui qui répond à 42° 3', et qui est 2785'8, et on en prend la différence = 600'9; on ajoute au logarithme de cette différence, celui de la tangente de 56° 15', angle du rumb, et le résultat qui répond à 899' ou à 14° 59', est la différence de longitude vers l'est.

Erreurs des distances itinéraires.

Ces règles ne peuvent conduire à des résultats exacts qu'autant qu'on les applique à des données exemptes d'erreur. Or, ce n'est pas toujours le cas, surtout pour la géographie ancienne, et même pour les voyages modernes jusqu'au seizième siècle. D'abord, la direction de la route, souvent mal observée par terre, l'est encore davantage sur mer. Si elle a été marquée d'après le lever du soleil, la diversité des saisons la rend souvent incertaine; si elle est indiquée d'après la boussole, elle est souvent affectée de la variation de l'aiguille aimantée qu'on n'a pas toujours observée. Sur mer, il s'y mêle encore une autre cause d'erreur, c'est la *dérive*, ou l'angle que fait la véritable route qui suit le navire, avec la direction de sa quille, lorsque recevant par le travers l'impulsion du vent, une partie de cette force tend à l'écarter de sa route, sur laquelle il est maintenu à peu près par l'action du gouvernail et par la grande résistance que le fluide oppose à ses côtés. Cet angle, assez difficile à déterminer, n'a été que rarement indiqué par les navigateurs des siècles précédens. La mesure du chemin parcouru, offre également de grandes incertitudes. Les anciens, le plus souvent, l'estimaient par le nombre des journées de marche ou

de navigation, et nous avons vu dans l'histoire des découvertes géographiques, combien il était difficile de fixer la valeur de ces journées, qui varient suivant les temps, les mesures locales, les régions parcourues, la manière de voyager, la forme et la grandeur des navires. Même après la plus savante discussion de toutes ces circonstances, on n'obtient que des valeurs moyennes d'autant plus probables, qu'on a combiné plus de faits particuliers. Quelques géographes ont pensé qu'en étudiant la forme des sinuosités des routes, dans les pays coupés par des montagnes ou par des cours d'eaux considérables, et dans les pays de plaines, on pourrait arriver à des résultats généraux, sur l'augmentation que les détours occasionnés par ces obstacles, apportent dans la longueur des routes, et dont il faut par conséquent diminuer celles-ci, pour en conclure les distances sur un même alignement. Le géographe arabe *Al-Biruni* avait conclu que, dans l'orient, il fallait en général réduire les distances itinéraires d'un cinquième (1). *D'Anville* trouve au contraire qu'en Italie et en Egypte, et en général dans le monde connu des Romains, il faut seulement défalquer de ces distances un huitième (2). La nature même de la question rend évidemment impossible une solution générale.

Détours de la route.

Disons-en autant des discussions par lesquelles on a voulu fixer la valeur des journées de marche et de navigation. Quand Hérodote (3) fixe une journée de navigation, pendant le jour, à 700 stades, tandis que Scylax (4) n'en admet que 500, il peut être juste de ne voir dans cette différence, que le résultat de l'emploi des stades d'une valeur différente; celui de Scylax étant probablement très-rapproché des stades de 832 au degré, et celui d'Hérodote étant le stade égyptien de 1,111 au degré, ancienne mesure. Mais les géographes grecs nous ont eux-mêmes expressément appris que leurs journées de navigation va-

Valeur des journées de marche.

(1) *Al-Biruni*, ap. *Edw. Bernards*, de Ponderib. et Mensuris.
(2) *D'Anville*, Considérations sur la Géographie, 44-47.
(3) *Hérod.* II, 46. (4) *Scylax*, Péripl., p. 30, ed. *Voss.*

riaient selon les lieux, les temps et les moyens employés(1). Les évaluations qu'on a faites de ces sortes de distances itinéraires maritimes (2), ne doivent donc être considérées que comme approximatives et nullement supérieures aux données qui résultent de la description physique et historique des contrées visitées.

Comment aussi pouvait-on se flatter de fixer la valeur des anciennes journées de navigation, quand il est notoire qu'on ne connaît qu'à peine celle des courses faites par des navigateurs plus rapprochés de notre siècle? Les moyens ordinaires pour évaluer les distances par mer, sont encore sujets à des incertitudes. L'estimation du chemin parcouru par un navire, exige la connaissance de l'effet des courans, qui agissent à la fois sur le vaisseau et sur le morceau de bois ou *bateau du loch*, que les marins jettent à la mer pour en faire un point fixe, et pour compter combien ils s'en éloignent dans un temps donné, ordinairement une demi-minute. Une corde divisée par des nœuds, dont la distance est la cent vingtième partie du mille nautique, parce que la demi-minute est la cent vingtième partie de l'heure, sert à mesurer ce mouvement; mais si le vaisseau et le *bateau* sont soumis à l'action du même courant, la distance à laquelle le vaisseau se trouve du loch, ne fait connaître que la vitesse relative du navire à l'égard du courant, et il reste encore à déterminer la vitesse que ce courant imprime en même temps au bateau du loch et au navire. C'est de là que proviennent en partie les différences, souvent très-considérables, entre le lieu où les pilotes *s'estiment* suivant le calcul de leurs routes, et celui où le bâtiment est réellement parvenu. Grâces à ces erreurs, les terres découvertes par les Magellan, les Mendana, les Quiros, ont été si mal placées en longitude, que les géographes ont eu de la peine à les retrouver. On a promené pour ainsi dire dans près d'un

Erreurs d'estime des navigateurs.

(1) *Ptolémée*, Géog. I, c. 9. *Marcian Heracl.*, p. 67* (tom. I, Geog. Minor.). (2) Voyez les auteurs cités aux *Tables* de ce volume.

Exemple tiré des îles de Salomon.

quart de la circonférence du globe, les îles de *Salomon* si remarquables par leur étendue et par la description circonstanciée que nous en a laissée Mendana, qui les a découvertes. Tous les navigateurs qui ont parcouru ces parages après lui, en commençant par Quiros qui l'y avait accompagné, et qui le suivit immédiatement, ne purent rompre le charme qui semblait interdire aux humains l'accès d'une terre que l'imagination exaltée par les obstacles, revêtait des couleurs les plus éclatantes. Les esprits les plus calmes commençaient à révoquer en doute leur existence, lorsque Dalrymple et Fleurieu démontrèrent qu'elles devaient être identiques, soit avec la *Nouvelle Bretagne* de Dampier, soit avec la terre des *Arsacides* et les îles adjacentes, visitées par MM. de Bougainville et de Surville. La latitude qu'on leur avait d'abord assignée, se trouvait assez exacte; mais les courans qui ont lieu de l'est à l'ouest dans la mer du Sud, avaient augmenté de beaucoup, sans qu'il pût s'en apercevoir, le chemin fait par Mendana, qui ne s'estima qu'à 1500 lieues espagnoles ou environ 1700 lieues marines de France, des côtes du Pérou, lorsqu'il en était réellement à près de 2400 lieues.

Les navigations autour du globe, surtout les plus récentes, pendant lesquelles l'observation fréquente des longitudes a permis de comparer, dans beaucoup de points, le chemin estimé avec celui qui avait été réellement parcouru, ont procuré des données très-multipliées et très-importantes sur la vitesse des courans dans les diverses parties de l'Océan (1).

Emploi des cartes anciennes.

Les observations astronomiques, les levés trigonométriques et les distances itinéraires, sont les trois élémens de toute carte entièrement *originale*. Mais ordinairement on ne trouve pas ces trois élémens complétement réunis, surtout pour des contrées éloignées de l'Europe; on est donc réduit à répéter avec discernement, ce que d'autres géographes ont publié à l'égard des parties sur

(1) *Voyage du capitaine Marchand*, rédigé par M. *de Fleurieu*.

lesquelles on n'a point de donnée nouvelle. C'est encore ici que le géographe a besoin d'une grande sagacité.

Lorsqu'il a établi la concordance des mesures ou des échelles employées dans les diverses cartes que l'on veut discuter, il est en état de construire une graduation à celles qui n'en ont pas, dès qu'il connaît, soit immédiatement, soit par ses distances à des points donnés, la latitude et la longitude d'un point quelconque de ces cartes. Il peut, par conséquent, comparer par les latitudes et par les longitudes qu'elles assignent aux mêmes lieux, les cartes qui comprennent les mêmes régions; et cette manière est en même temps la plus sûre et la plus commode, parce qu'elle permet facilement d'avoir égard aux différences des projections auxquelles sont assujetties ces cartes. Si maintenant le géographe trouve le même point placé sous des latitudes et des longitudes différentes dans plusieurs cartes, il faut que, pour apprécier ces diverses données, il examine comment ces cartes présentent d'autres circonstances essentielles, surtout les situations respectives par rapport à des points déterminés astronomiquement, les distances des villes principales à des lieux moins importans, les configurations des rivages, du cours des fleuves, des chaînes de montagnes, des grands chemins, des limites de territoire; un semblable examen lui apprend en quoi ses cartes s'accordent, et en quoi elles diffèrent: c'est à lui à choisir entr'elles. Les latitudes, plus faciles à observer que les longitudes, sont généralement mieux établies sur les cartes dressées d'après les relations des voyageurs d'une date un peu ancienne. Le défaut commun des cartes antérieures à d'Anville, est d'augmenter considérablement toutes les distances des lieux dans le sens *est* et *ouest*. Ces erreurs deviennent d'autant plus grandes, qu'il s'agit de points plus éloignés du méridien principal sur lequel ont été réglées les longitudes des autres. C'est ce qui frappe les yeux les moins exercés dans les cartes de Ptolémée par rapport aux différences de longitude entre Alexandrie et les autres villes des bords de la Méditerranée.

Comparaison des cartes.

Défaut commun des cartes anciennes.

L'absurde opinion qui place la Serique en Chine, et d'autres erreurs semblables, ne sont dues qu'à la fausse extension des cartes de Ptolémée dans le sens de longitude. Mais nous devons à cette même cause, répétée dans les cartes du moyen âge, l'heureuse erreur sur l'éloignement vers l'est des îles de Japon ou de Zipangri, dans laquelle Christophe Colomb puisa le courage qui lui fit franchir l'océan Atlantique.

Les cartes des Sanson, de Jaillot et autres, dressées à la fin du dix-septième siècle, et admirées par quelques bibliomanes, dilatent encore toutes les contrées, dans le sens des longitudes (1). De pareilles cartes fournissent pourtant des matériaux utiles lorsqu'on en corrige les positions dans le sens *est* et *ouest*, en répartissant proportionnellement à la distance au méridien principal, les différences entre les longitudes que ces cartes donnent, et celles qui résultent des nouvelles déterminations.

Souvent le géographe n'a aucune raison décisive pour choisir entre les différentes positions assignées au même lieu par plusieurs cartes ; il ne lui reste alors qu'à prendre le milieu, suivant les règles arithmétiques, entre les latitudes d'une part, et les longitudes de l'autre, telles que le donnent les cartes. Il place ensuite sur celle qu'il veut construire, les principaux points d'après une réduction dont il serait superflu d'indiquer les procédés. Quelquefois le géographe veut comparer les cartes de détail par les distances qu'elles donnent entre les mêmes lieux, distances qui ont été le plus souvent les élémens de la construction de ces cartes, et que pour cette raison, il est essentiel de retrouver. On peut alors choisir sur chacune de celles que l'on compare, deux points correspondans, bien déterminés, desquels on mesure les distances à tous les autres ; ayant ramené toutes ces distances à la même échelle, on tire sur le papier une ligne pour représenter la distance des deux points principaux, suivant l'échelle

Combinaison des distances discordantes.

(1) *D'Anville*, Considérations, p. 11 *sqq.*

qu'on emploie, et on décrit sur cette ligne, comme base, avec les distances résultantes de chaque carte en particulier, des triangles dont le sommet représente la place assignée par cette carte aux points que l'on considère. Deux déterminations diverses du même point étant jointes par une ligne, c'est sur le milieu de cette ligne que se trouve la position moyenne. Trois déterminations fournissent un triangle, et un plus grand nombre donne un polygone : on obtient alors la position moyenne, en cherchant le centre de gravité de l'aire de ce polygone, ses angles étant considérés comme des masses égales à l'unité (1). Nous ne donnerons point la démonstration de cette règle, fondée sur les principes de la statique, et sur la théorie des valeurs moyennes ; nous nous contenterons de rappeler que lorsqu'il s'agit d'un triangle, le centre de gravité est placé à l'intersection des droites tirées des sommets de deux des angles sur les milieux des côtés opposés. Cette construction facile suffira lorsqu'on n'aura que trois déterminations. Quand le géographe a une fois fixé ainsi les distances moyennes d'un point à deux autres, donnés de position, il conclut sans difficulté la latitude et la longitude de ce point, et il le place ensuite par leur moyen sur la carte que l'on construit, quelque projection qu'elle ait. Si les points combinés n'embrassent qu'un petit espace dans lequel la projection ne soit pas sensible, il peut abréger son travail en transportant sur la carte, au moyen du *treillis*, les résultats des comparaisons qu'il a faites.

Les élémens mathématiques d'une carte étant déterminés, il reste encore à y faire entrer les détails historiques, politiques et physiques dont son étendue et sa destination la rendent susceptible.

Les objets de la géographie ordinaire n'exigent que l'intelligence d'un petit nombre de signes faciles à reconnaître, et qu'autrefois on avait soin d'expliquer dans une

Signes géographiques.

(1) *Lacroix*, Introduct. à la Géog. critique, §. 87.

légende placée à l'un des côtés de la carte. Ces signes indiquent l'emplacement des lieux, et sont modifiés suivant l'importance de ces lieux, et le rang qu'ils occupent dans le gouvernement civil, militaire ou ecclésiastique. Quand on veut mesurer des distances sur la carte, il faut remarquer le très-petit cercle, qui est, ou adjacent ou inscrit dans chacun de ces signes, parce que c'est le point central de ce cercle qui fixe la position géographique du lieu. Lorsque la carte descend dans un grand détail, on y exprime les principaux traits du plan des villes un peu étendues; on doit alors avoir soin de marquer dans ce plan, celui de ses points auquel se rapporte la position géographique. Un simple trait dessine les cours d'eau de peu de largeur, et l'on n'indique séparément les deux rives, que lorsque les dimensions du lit du fleuve ou de la rivière peuvent être appréciées par l'échelle de la carte, ce qui a lieu le plus souvent aux embouchures et aux endroits où le lit est semé d'îlots. C'est par un trait bien net, bordé de hachures, qu'on indique les rivages de la mer. Dans les cartes géographiques, ces hachures, extérieures par rapport aux terres, semblent représenter les ondulations de la mer sur les côtes; tandis que dans les cartes marines, les hachures portées sur la terre, peignent aux yeux l'escarpement des côtes. Les canaux de navigation, tracés sur une suite d'alignemens, sont représentés par des lignes brisées, qui les distinguent suffisamment des cours d'eau naturels indiqués par une ligne ondulée. Les routes sont souvent marquées par deux traits fins et parallèles, quelquefois par de simples lignes, soit pleines, soit ponctuées; cependant, on réserve le plus ordinairement ces dernières pour marquer les limites des Etats et de leurs provinces, et on varie à cet effet la grandeur et la forme des points. Pour rendre plus frappantes les divisions politiques qui, si souvent, forment un contraste absurde avec les limites naturelles, on supplée par des couleurs variées à la monotonie de la gravure. Quelques

Enlumiure.

géographes allemands ont conservé l'ancienne méthode française d'étendre une même teinte sur toute la région qu'on veut distinguer des autres. Cette manière d'enluminer a peut-être moins de grâce que celle qui est aujourd'hui usitée en France, mais elle a aussi l'avantage de faire mieux apercevoir la grandeur des régions et les formes de leurs limites; elle devrait être adoptée dans tout atlas élémentaire.

Quelques instituteurs pensent encore avec raison que l'ancienne manière de désigner les villes par de petites tours, multipliées et modifiées selon le rang des cités, était préférable dans les cartes générales au système prescrit dans le *Dépôt de la Guerre*, et qui consiste à représenter tout en plan géométrique (1); système dont, selon nous, l'application rigoureuse devrait être réservée aux cartes topographiques et chorographiques.

Orthographie des noms.

Nous ne pouvons passer sous silence un point dont, parmi les Français, le seul d'Anville (2) a senti l'importance; il s'agit de l'exactitude orthographique des noms à placer sur les cartes. Le bon sens dicte la règle d'écrire chaque nom géographique d'une manière aussi rapprochée que possible de celle qui est usitée dans le pays auquel le nom appartient, et de celle qu'indique la saine étymologie. Il ne faut admettre une orthographe corrompue que dans le cas où la vraie ne serait pas entendue du plus grand nombre des lecteurs. Ainsi, on a certainement tort en écrivant *Natolie*, au lieu d'*Anatolie*, exigé par l'étymologie grecque, ou *Dannemarck* avec la consonne allemande *ck*, à la place de *Danemarc*, qui est à la fois conforme au génie de la langue française et à celui de la langue danoise. C'est ainsi qu'on pourrait ramener à la vraie orthographe un certain nombre de dénominations géographiques. Toutefois un nombre infiniment plus considérable échapperait à jamais à cette

(1) *Mémorial topographique et militaire.*
(2) *D'Anville*, Considérations sur la Géographie, p. 61 *sqq.*

réforme. Il serait, par exemple, facile d'introduire le nom *Ireland* au lieu d'Irlande, et on y gagnerait de ne plus confondre cette île avec l'Islande ; mais on n'oserait jamais admettre *Scotland* pour Ecosse, attendu que le premier nom, quoiqu'il soit le véritable, ne serait pas intelligible pour la plupart des lecteurs. Tâchons du moins d'écrire les noms des villes qui ne sont pas encore francisés, comme les indigènes les écrivent. Il est vrai que c'est assez difficile de pratiquer cette règle, surtout à l'égard des noms tirés des langues dans lesquelles on emploie un alphabet différent de celui qu'ont adopté les nations de l'Europe occidentale. Tel est le cas des noms russes, persans, arabes, indiens et autres ; tel est encore le cas des noms polonais, attendu que les Polonais ont eu la bizarrerie, en appliquant l'alphabet romain à leur langue, d'attribuer à plusieurs lettres une valeur différente de celle que nous leur donnons. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner tous les expédiens qu'on pourrait tenter pour établir, une fois pour toutes, une orthographe géographique, sinon fixe, ce qui serait même inutile, du moins facile à suivre et à comprendre (1).

Signes de géographie-physique.

La partie physique d'une carte exige encore d'autres soins que ceux que nous venons d'indiquer. On veut savoir si un pays est couvert de plaines ou hérissé de montagnes, s'il est nu ou boisé, sec ou marécageux. Les dessinateurs ont imaginé des moyens, soit pittoresques, soit de convention, pour exprimer sur les levés trigonométriques et sur les plans topographiques ces diverses circonstances qui, réunies au climat et aux lois de phénomènes météorologiques, déterminent la *géographie-physique* de chaque contrée. Il suffit de jeter les yeux sur des plans de ce genre, pour reconnaître les signes qu'on y emploie ; ils sont tous conformes aux règles d'une perspective à vue d'oiseau ; ainsi les parties plus ou

(1) Comp. *Langlès*, Préface du voyage de Norden; *Volney*, sur l'alphabet russe, etc.

moins fortement ombrées, représentent des pentes plus ou moins roides, sur lesquelles la lumière se perd, d'autant plus qu'elles se rapprochent plus de la verticale. Il était naturel que le dessin des cartes géographiques restât en arrière de celui de la topographie, surtout à l'égard des montagnes; car l'échelle de ces cartes est nécessairement trop petite pour qu'on puisse commodément y exprimer, dans de justes proportions, les innombrables inégalités du terrain, depuis les plus hautes chaînes de montagnes jusqu'aux collines du dernier ordre. Autrefois on avait pris le parti de représenter les montagnes par de petites élévations de profil, qui supposaient l'œil du spectateur dans le plan de la carte. On cherche aujourd'hui à représenter à vue d'oiseau, les chaînes et les groupes de montagnes, et jusqu'aux pics ou pointes isolées qui reposent en général sur des élévations plus ou moins considérables, mais dont l'étendue offre des contours qui déterminent la forme des vallées(1). La nouvelle méthode serait sans doute préférable, si l'on pouvait conserver entre les diverses élévations, une juste proportion, et si l'on possédait tous les renseignemens nécessaires pour déterminer, point par point, le niveau du terrain. Mais tant que ces élémens nous manqueront, la méthode nouvelle sera aussi arbitraire et aussi illusoire que l'ancienne paraît peu naturelle et peu satisfaisante. Dessin des montagnes.

Les partisans des montagnes à vue d'oiseau, en nous montrant les cartes de d'Anville, s'écrient : « Combien » sont vagues et insignifiantes ces montagnes marquées » en pointes isolées ! On n'y voit autre chose, sinon que » le pays qu'elles occupent est montueux; autant vaudrait-il écrire : *là il y a des montagnes;* rien n'indique le cours des chaînes, leurs divers abaissemens et » leurs connexions, soit entr'elles, soit avec les îles qui » font les sommets des chaînes de *montagnes sous-marines*, ou qui traversent le bassin des mers (2). » Mais

(1) Mémorial topographique et militaire, cah. V.
(2) *Lacroix*, Introd. à la Géographie, § 99.

d'abord, il y a bien d'autres cartes que celles de d'Anville, et dans lesquelles les montagnes, quoiqu'exprimées en profil, flattent l'œil et satisfont l'esprit. Ensuite, nous demanderons, à notre tour, si la géographie a réellement gagné par l'admission de toutes ces prétendues chaînes, soit terrestres, soit *sous-marines*, que M. Buache, le père, a créées, en supposant arbitrairement que tous les bassins des rivières étaient séparés par des hauteurs considérables ?

Méthode proposée pour exprimer les niveaux.

On a poussé les prétentions de la topographie bien plus loin encore. Un ingénieur-géographe, M. Dupain-Triel, a publié une méthode d'après laquelle une carte géographique indiquerait l'élévation de chaque point du terrain. En observant, dit-il (1), que si l'on joignait sur une carte marine, par une ligne, tous les points auxquels sont marquées des sondes égales, le contour de cette ligne serait celui d'une section faite au fond de la mer, par un plan horizontal abaissé au-dessous de la surface du fluide d'une quantité égale au nombre de mesures ou *brasses* contenues dans la sonde. De cette remarque juste en elle-même, il croit tirer une donnée pour représenter *géométriquement* la configuration de la surface d'un pays. Ce moyen consiste à tracer sur la carte que l'on construit, les lignes qui passent par des points placés au même niveau ou à la même hauteur, au-dessus de la surface de la mer; lignes qui deviendraient successivement ses rivages, si elle s'élevait, par une cause quelconque, à la hauteur où elles sont situées; comme les lignes qui joignent des sondes égales deviendraient à leur tour les rivages de la mer, si elle s'abaissait du nombre de brasses marqué sur ces sondes. On graduerait les hauteurs de ces lignes ou *sections horizontales du terrain*, suivant l'échelle de la carte et la rapidité des pentes. Sur un projet des cartes de la

(1) *Dupain-Triel*, Carte intitulée : Méthode nouvelle pour exprimer sur les cartes les hauteurs, etc., avec un mémoire de M. *Du Caila*. Paris, 1784. *Id.* Carte de la France, où l'on a essayé, etc., An VII.

France, qu'il a publié, M. Dupain-Triel trace dans les pays presque plats, et vers les bords de la mer, la ligne qui passe par les points élevés de 10 toises; puis celle qui passe par les points élevés de 20; et ainsi de suite, de 10 en 10 toises. On voit bientôt ces lignes, d'abord assez espacées, se resserrer à mesure que le pays s'élève plus rapidement. A l'entour des montagnes isolées, les lignes de niveau marquées seulement pour des différences de 50 toises et même de 100, se resserrent d'autant plus que les pentes sont plus roides. Les plateaux sont indiqués par les lignes de niveau qui le contournent. Enfin, si on conçoit des lignes qui coupent à angles droits les lignes de niveau, on aura les *lignes de la plus grande pente*, ou celles qui suivent dans leur chute les eaux répandues sur les flancs des montagnes.

Jugement sur cette méthode.

Quoique cette méthode de M. Dupain-Triel ne soit pas nouvelle, ayant déjà été proposée par Ph. Buache et d'autres (1), elle mérite, sans doute, quelque attention. Il est évident qu'elle donne prise aux procédés de la géométrie descriptive, pour résoudre des problèmes sur la succession des plateaux, l'intersection des pentes et la rencontre des bassins, problèmes intéressans dans la construction des chemins et des canaux; elle offrirait le moyen de recueillir et de mettre à l'usage de tout le monde, une foule de nivellemens et d'observations faits, par les ingénieurs militaires et civils, sur les hauteurs des montagnes, et dont les résultats vont s'ensevelir dans les cartons des administrations : enfin, le parti qu'on en pourrait tirer, exciterait les voyageurs et les savans résidans dans toutes les grandes villes, à multiplier les observations barométriques qui déterminent les hauteurs respectives des lieux où elles sont faites. Mais avant que les élémens d'une semblable carte soient plus nombreux et plus authentiques que ceux que nous possédons, son exécution ne servirait guère qu'à donner un air de

(1) Mém. de l'Académie des sciences, 1752, p. 399; 1753, p. 586, et 1756, p. 109.

réalité à des idées systématiques fort incertaines. En tout cas, la confusion qui résulterait de cette multiplicité de lignes, empêcherait qu'on ne désignât clairement sur ces cartes aucun objet de géographie politique ou historique. Il faut donc reléguer toutes les inventions de ce genre dans des cartes spécialement consacrées à la géographie-physique, de même qu'on réserve les détails d'hydrographie pour les cartes nautiques.

LIVRE VINGT-NEUVIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Premiers aperçus de la Géographie-physique. Formes générales et distribution des Continens et des Mers. Configuration extérieure des Montagnes, Vallées, Plaines et Côtes.

Après avoir considéré la terre sous les rapports de ses dimensions, nous allons en étudier la nature physique. Cette partie, la plus intéressante peut-être de notre ouvrage, en sera nécessairement la plus imparfaite; car une bonne géographie-physique ne peut être que l'ouvrage des siècles et des nations. Cette science, pour naître et pour fleurir, a besoin d'observations continuelles, multipliées, faites sur tous les points du globe et combinées de manière à ne laisser aucun interstice ni aucun vide.

Vues générales sur la géographie-physique.

D'un autre côté, il n'en est pas de la géographie naturelle comme de la minéralogie, de la chimie, de la botanique. Les arrangemens, les classifications, les méthodes subtiles et rigoureuses, ne lui sont guères applicables et ne feraient la plupart du temps que nuire à ses progrès, en l'encombrant d'un appareil de notions illusoires. Les montagnes, les vallées, les eaux, les climats, les régions physiques, se présentent aux yeux d'un sincère ami de la vérité sous un aspect très-compliqué, très-irrégulier, et qu'il est plus facile de dépeindre que de définir. La grandeur et la majesté de la Nature échappent à la subtilité de nos combinaisons et à la petitesse de nos règles.

Sans doute l'esprit de la géographie-physique repousse un langage vague et incorrect; mais, d'un autre côté, peut-il admettre la précision des termes empruntés des mathématiques ou de la chimie? Quelle différence des contours sinueux ou dentelés de nos montagnes, avec la

régularité des figures géométriques ! Quel abus n'a-t-on pas fait des termes *pyramidal*, *conique* et autres ! Combien de fois le terme de *cristallisation* a-t-il été employé à couvrir la nullité d'une observation mal approfondie ! Ce fameux mot a servi, comme le glaive d'Alexandre, à trancher tous les nœuds qu'on ne savait pas délier. *Dans les cabinets*, presque tout est cristal ; dans la nature, presque tout est sans figure déterminée.

Même les choses qui frappent le plus les yeux, combien ne sont-elles pas difficiles à réduire à des termes généraux ! On désigne communément toutes les élévations de terrain, pour peu qu'elles se prolongent, sous le nom général de *chaînes*. Mais il est certain que les montagnes forment plus souvent des *groupes* que des chaînes ; même les chaînes les plus apparentes ne sont souvent que des séries de groupes. D'autres fois, le même massif de montagnes qui, vu d'un côté, paraît former une chaîne, n'est réellement que l'*escarpement* d'un plateau ou plaine élevée. Les voyageurs donnent souvent pour des montagnes les falaises qui bordent les rivières. Que serait-ce si l'on voulait énumérer les erreurs introduites par la manie de rapporter tout à un système ! Il y a eu une époque où toute pierre noire passait pour un produit volcanique, et tout enfoncement circulaire pour un cratère.

État imparfait des observations.

Les autres parties de la géographie naturelle sont également environnées de ténèbres. Qu'est-ce qu'une hydrologie presque dépourvue de nivellemens et de sondes ? Les observations immédiates sur les climats sont un peu plus multipliées ; mais d'abord il faut avouer que nos thermomètres n'indiquent pas la chaleur latente, dont l'influence est si grande et si universelle, et puis les meilleures observations sur le climat perdent souvent la moitié de leur mérite par le manque d'une description exacte du terrain. La géographie botanique, telle qu'on l'a écrite la plupart du temps, en copiant simplement les *Flores* de chaque pays, est aussi incomplète qu'inutile ; il faut distinguer l'élévation du terrain, la qualité du sol et bien

d'autres circonstances locales. S'il paraît plus facile de déterminer les rapports géographiques des races animales actuellement répandues sur la terre, quel abîme ne se découvre pas à nos regards, dès que nous apercevons ces restes fossiles des générations aujourd'hui éteintes, et qui jadis ont dû peupler notre planète! Que de bouleversemens, que de monts écroulés et de rochers décomposés, que de vallées remplies et de lacs desséchés, que d'invasions de la mer sur les continens, que d'éruptions de feu volcanique, quels combats de tous les élémens, combats tour-à-tour lents ou rapides, imperceptibles ou épouvantables, destructifs ou créateurs, ont dû précéder l'état actuel de notre globe, état qui ne présente partout que les anciennes ruines d'un édifice dont nous ignorons les proportions primitives! La géographie-physique nous fait sentir toute l'impuissance de notre esprit. Nous avons déterminé la masse du soleil; nous connaissons les lois de la pesanteur à la surface de Jupiter; nous avons mesuré l'élévation des montagnes de la lune; même la comète vagabonde semble obéir aux calculs de nos géomètres : mais l'intérieur de cette terre sur laquelle nous marchons, échappe à nos recherches; nous n'y sommes pas descendus d'une deux-millième partie du diamètre du globe. Que dis-je? même la surface de la terre ne nous est pas connue dans sa totalité : nous ignorerons peut-être à jamais les secrets qu'enferment les deux régions polaires. Tâchons d'exposer avec clarté, mais surtout avec fidélité, et sans le mélange d'un orgueilleux système, le petit nombre de faits que l'observation a rassemblés, et qui ont passé par le creuset de la saine critique.

Divisions physiques du globe.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur nos mappemondes, on y voit la surface du globe divisée en grandes masses de terre qu'on appelle *continens*, et en grands bassins, couverts d'eau, et qu'on nomme *mers*. Comme dans les parties cachées sous l'eau, nous observons de petites masses de terre qui s'élèvent au-dessus des flots environnans, et qu'on nomme *îles*, de même, en parcourant les continens, nous

Continens, mers, etc.

remarquons des espaces isolés, couverts d'eau ; ce sont des *lacs*. Une île ne diffère d'un continent que par les dimensions, et on ne donne au fond à certaines masses de terre, le nom de continent, que parce qu'on est resté long-temps incertain, si un navire pouvait en faire le tour, et qu'en effet des circonstances physiques ont jusqu'à présent empêché l'exécution d'une semblable navigation (1).

Plusieurs portions de terres et de mers s'étendent réciproquement les unes dans les autres. Si la mer pénètre dans l'intérieur des continens, elle y forme des *méditerranées* ou de petites mers, environnées de terre dans leur plus grande circonférence, et ne tenant à la grande mer que par d'étroites embouchures ; si l'étendue est moindre et l'ouverture plus large, ce sont des *golfes* ou des *baies*, termes que les savans ont voulu distinguer (2), mais que confond le plus souvent l'impérieux tyran des langues, l'usage. Les plus petites portions d'eau environnées de terres, et qui offrent un abri aux navires, s'appellent *port*, *anse*, ou *rade* ; le premier terme indique un asile très-sûr ; le second s'applique à des ports d'une petite dimension qu'on nomme *havres* lorsqu'ils sont l'ouvrage de l'art ; enfin, la rade ne présente qu'un mouillage temporaire, ou un abri contre certains vents. Si d'un autre côté, les continens forment des avances dans la mer qui ne tiennent à d'autres terres que sur une petite partie de leur circonférence, ce sont des *presqu'îles* ou *péninsules*, dont la figure répond à celles des golfes et des méditerranées. Il paraît que lorsqu'une semblable masse de terre touche au continent sur une ligne plus grande qu'un quart de sa circonférence, on ne saurait l'appeler *péninsule*. L'Arabie, par exemple, paraît mériter ce nom ; mais l'usage qui l'attribue également à la partie avancée de l'Inde, à l'occident du Gange, peut choquer un œil difficile ; la nature se joue de nos classifications. Si la saillie des terres

Méditerranées, golfes, etc.

Péninsules, etc.

(1) *Kant*, Géographie-physique, II, part. I, p. 67. Édit. de Vollmer.
(2) *Fleurieu*, Introduction au *Voyage de Marchant*.

n'a que peu d'étendue, surtout en longueur, elle reçoit le nom de *cap, de promontoire* ou de *pointe*. Enfin, un canal resserré entre deux terres, par lequel une masse d'eau communique avec une autre, s'appelle un *détroit*; l'opposé d'un détroit est un *isthme*, langue de terre resserrée entre deux mers, par laquelle deux masses de terre sont réunies. Beaucoup d'autres termes de ce genre, n'étant que d'une application locale, seront définis dans la suite, à mesure que nous les emploierons.

Considérons maintenant la surface du globe sous un point de vue général. Nous voyons que c'est pour ainsi dire une seule mer, dans laquelle se trouve situé un grand nombre d'*îles*, dont la grandeur varie depuis les dimensions les plus colossales, jusqu'à des étendues imperceptibles. Deux de ces îles portent le nom de *continens*; celui qu'habitent les nations les plus anciennement civilisées, s'appelle l'*ancien continent*, et renferme trois parties du monde, savoir : l'Asie avec l'Europe et l'Afrique; le *nouveau continent* est tout entier compris sous le nom d'*Amérique*, quoique la nature l'ait partagé en deux péninsules bien distinctes, dont une devrait être désignée par l'équitable histoire sous le nom de *Columbie*. Au milieu du plus vaste bassin aquatique, s'élève la *Nouvelle-Hollande* que plusieurs géographes appellent le *troisième continent*, quoiqu'il paraisse plus exact de n'y voir que la plus grande des terres, auxquelles restera le nom d'*îles*, et qu'on nomme *archipel*, lorsqu'elles se trouvent groupées ensemble en nombre considérable. Le vaste archipel qui s'étend à l'est de l'ancien continent, et au centre duquel la Nouvelle-Hollande éclate comme une reine au milieu de son cortége, semble mériter d'être considéré comme une nouvelle partie du monde, que nous désignerons sous le nom d'*Océanique*.

Nouveau continent. Ancien continent. Parties du monde.

Il n'y a sur notre globe, à proprement parler, qu'une seule mer, un seul fluide continu, répandu tout autour de la terre, et qui vraisemblablement s'étend d'un pôle à l'autre, en couvrant à peu près les trois quarts de la sur-

L'Océan.

face du globe. Tous les golfes, toutes les méditerranées ne sont que des parties détachées, mais non pas séparées de cette mer universelle qu'on nomme l'*Océan*. Ce n'est que pour plus de commodité dans l'usage journalier, que l'on distingue différentes sections de l'Océan, sous la dénomination *des mers*. Cette division arbitraire et incomplète est en même temps sujette à des incertitudes, et varie chez les différens peuples de la terre. Nous adoptons la classification suivante dont on peut, au moyen d'un globe artificiel, vérifier la justesse et la simplicité.

Classification des mers.

1. *Océan austral*, (mer Glaciale du sud). — Sa frontière peut être fixée par une ligne tirée du cap Horn au cap de Bonne-Espérance; de-là à la terre de Diemen, et revenant par le sud de la Nouvelle-Zélande au cap Horn.

A. *Grand bassin austro-oriental*, occupant la plus grande partie de l'*hémisphère aquatique* du globe.

2. *Océan oriental*, (mer Pacifique).

a. Le *grand Archipel*, ou la partie comprise entre la Nouvelle Zélande au sud, les îles Marquésas à l'est, l'île Formosa au nord, le détroit de Malaca à l'ouest.

b. L'*Océan oriental du nord*, entre l'Asie et l'Amérique septentrionale. Les *méditerranées* de Japon et de Kamtchatka, et *la mer de Behring* en font partie.

c. L'*Océan oriental du sud*, depuis les îles du grand Archipel, jusqu'à l'Amérique méridionale.

3. *Océan indien*. — Avec ses divers golfes; ses limites désignées ci-dessus indiquent ce qui reste pour cette section. Les *golfes* d'*Arabie*, de *Perse* et du *Bengale* en font partie.

a. *Océan septentrional.* Sa frontière du sud est formée par le Pas-de-Calais, la Grande-Bretagne, les îles de Féroër et l'Islande.

Les *méditerranées septentrionales* de l'Europe ainsi que la *mer Glaciale du nord* en sont des branches.

B.

Bassin occidental formant une espèce de manche entre les deux grands continens.

4. *Océan occidental.*

b. *Océan atlantique*, depuis la frontière précédente jusqu'aux deux pointes les plus rapprochées du Brésil et de la Guinée.

Branches.
1. La *méditerranée* et ses golfes.
2. Le *golfe de Mexique*, etc.
3. Les baies de Baffins et d'Hudson, ou *mers des Esquimaux.*

c. *Océan éthiopien*, entre le Brésil, l'Afrique, jusqu'à l'alignement du cap Horn et du cap de Bonne-Espérance.

En suivant sur le globe cette division, nous nous apercevrons de plusieurs résultats généraux, faits pour commander notre attention.

D'abord, n'est-il pas remarquable qu'une moitié du globe soit couverte d'eau, tandis que l'autre contient moins d'eau que de terre? Il faut, pour saisir l'ensemble de l'hémisphère aquatique, tourner le globe, de sorte que la Nouvelle-Zélande en soit le point le plus élevé, ou jeter l'œil sur une mappemonde projetée sur un horizon peu éloigné de celui de Paris (1); l'hémisphère circonscrit par l'horizon de nos antipodes, ne présente que quelques îles, quelques promontoires, et lizières de côtes au milieu d'une mer immense, tandis que l'hémisphère borné par

Hémisphère terrestre et aquatique.

(1) Voyez le planisphère du père *Chrysologue de Gy*, ou le *grand atlas* de notre Ouvrage.

Dimension de l'Océan austro-oriental.

notre horizon, réunit la presque totalité des terres. Si les glaces polaires du sud n'enferment point quelques îles considérables, on peut, en suivant le méridien du Cap de Bonne-Espérance par le pôle, jusqu'aux environs du détroit de Behring, tracer une ligne de 200 degrés (ancienne mesure) ou de 4000 lieues marines, ligne égale à la moitié de la circonférence du globe, plus, 400 lieues, et qui passe sur une surface entièrement aquatique. Sous l'équateur, une ligne tirée de l'Afrique par Sumatra et Bornéo jusqu'en Amérique, présente, quoiqu'avec deux ou trois interruptions, un développement aquatique de 4,200 lieues. Enfin, le quarantième parallèle de latitude australe, offre une zone aquatique, interrompue seulement pendant 15 degrés, et par conséquent formant une circonférence de près de 5,300 lieues marines, un peu moins de deux tiers de la périphérie du globe. Telle est la vaste étendue du bassin austro-oriental de l'Océan du globe terrestre.

La forme du bassin occidental n'est pas moins frappante. Elle ressemble à une manche qui se rétrécit vers le pôle, en communiquant avec le grand bassin, d'un côté par le détroit de Behring, et de l'autre côté, par la large ouverture de l'Océan éthiopien. La mer Méditerranée correspond au golfe de Mexique; la mer Baltique avec celle du Nord, est opposée aux baies de Baffins et d'Hudson.

Comparaison des hémisphères boréal et austral.

La distribution des mers et des terres est encore très-inégale, si, en faisant abstraction de la forme des bassins de l'Océan, on compare les hémisphères séparés par l'équateur, ou la moitié boréale et australe du globe. Nous avons trouvé par une estimation aussi exacte que possible, que les terres étaient aux hémisphères et aux zones qui les renferment, dans les proportions suivantes :

Dans la zone glaciale du nord.	0,400
——— zone tempérée du nord.	0,559
——— zone torride, partie du nord. . .	0,297
Dans l'hémisphère boréal.	0,419

Dans la zone glaciale du sud 0,000
——— zone tempérée du sud 0,675
——— zone torride, partie sud. 0,312

Dans l'hémisphère austral 0,129

Les géographes et les naturalistes du milieu du dix-huitième siècle, firent divers raisonnemens sur cette distribution inégale des terres et des mers. Ils en conclurent unanimement l'existence d'un grand continent austral, qui devait contrebalancer la masse des terres, située dans l'hémisphère boréal (1). Les voyages du capitaine *Cook*, ont anéanti toutes ces oppositions. Ce navigateur n'a trouvé, jusqu'à 70 degrés de latitude australe, qu'une vaste mer, renfermant beaucoup de glaçons flottans ou fixes, et un petit nombre d'îles, qu'on avait mal à propos regardées comme des promontoires du continent austral. Il ne reste encore vers le pôle qu'une zone d'environ 5 à 600,000 lieues marines carrées, dans laquelle il peut y avoir des terres inaccessibles aux navigateurs, à cause des glaces; mais leur masse ne changerait que très-peu la proportion entre les hémisphères.

Si les terres australes sont nécessaires à l'équilibre du globe?

Selon l'opinion aujourd'hui généralement admise, la partie des terres qui s'élève au-dessus de la surface des mers, est si peu de chose en proportion de l'immensité du globe, que l'effet de leur distribution inégale sur l'équilibre du globe, doit être nul ou du moins insensible. Il serait d'ailleurs possible (2) que les mers, vers le pôle du sud, fussent moins profondes que dans l'hémisphère boréal, et qu'ainsi les couches de terre sous-marines du sud contrebalançassent les couches plus élevées du nord, mais entourées de bassins plus excavés. Cette hypothèse deviendrait surtout plausible, dans le cas où le plus grand aplatissement du globe vers le pôle austral, indiqué par

(1) *Bergmann*, Géographie-physique, I, p. 6 (2e édit. d'Upsala, en suédois). *Dalrymple*, Histoire des navigations. *Buffon*, *Buache*, etc. (2) *Desmarets*, Encyclop. méthod., Géog.-phys., I.

les mesures de *La Caille*, en Afrique (1), se trouverait un jour confirmé par des mesures correspondantes en Amérique et dans la Nouvelle-Hollande. Car alors cet hémisphère étant en général plus déprimé que l'autre, l'Océan par sa propre tendance à se mettre au niveau, se serait étendu sur les terres australes qu'il aurait noyées sous ses eaux.

Direction des péninsules.

Les deux continens offrent un trait de ressemblance dans la direction de leurs péninsules ; elles sont presque toutes tournées au midi : tel est le cas de l'Amérique méridionale, de la Californie, d'Alaschka, du Groenland, de l'Acadie, de la Floride, de la Scandinavie, de l'Italie, de la Grèce, de l'Arabie, de l'Inde, de la Corée, du Kamtchatka, de l'Afrique (2). Deux péninsules notables, l'Iucatan et le Jutland tournées au nord, ne consistent qu'en plaines et terres d'alluvion.

Direction des continens.

Mais la direction générale des terres, diffère entièrement d'un continent à l'autre : le nouveau s'étend de pôle à pôle ; la direction de l'ancien est plus parallèle à l'équateur, et si l'on ne considère que l'Europe et l'Asie, elle l'est parfaitement. La plus longue ligne droite qu'on puisse tracer sur l'ancien continent, en passant autant que possible sur des terres, commence selon *Bergmann* sous le 61e degré de latitude septentrionale, près de l'embouchure de la rivière Ponaschka dans la mer d'Anadyr, traverse la ville de Nargun, le lac Aral et la partie méridionale de la mer Caspienne, passe près du golfe Persique et au nord du détroit de Bab-el-Mandeb, traverse l'Afrique en suivant les monts de Lupata, ou l'Epine-du-Monde, et se termine au Cap de Bonne-Espérance. Elle est longue de 148 degrés ou 2960 lieues marines (3); à l'est, elle forme avec l'équateur un angle de 65 degrés. Les parties du continent situées à l'est et à l'ouest de cette ligne, sont à

(1) Voyez ci-dessus, Liv. XXIV, p. 50, 53, etc. (2) *Baco Verulam.* Nov. Organ., l. II, aphor. 27. (3) Géographie-physique, I, 3-5. Comp. *Buffon*, Preuves de la théorie de la terre, art. 6. (La ligne tirée par Buffon passe par-dessus la mer Glaciale.)

peu près égales. Il est difficile de tracer une semblable ligne droite sur le nouveau continent. *Bergmann* la commence à 60 degrés de latitude boréale, et à 265 degrés de longitude est de l'île de Fer; il la continue, comme *Buffon*, à travers la Floride et les îles jusqu'à l'embouchure de la rivière de Plata; il la trouve de 105 degrés ou 2,100 lieues, et faisant à l'ouest un angle de 68 degrés, avec l'équateur; d'après les dernières découvertes, la ligne doit être prolongée 10 degrés plus au nord, et peut alors avoir 2,300 lieues. Mais on ne peut bien représenter la longueur du nouveau continent que par une courbe à plusieurs courbures, en allant depuis le Cap glacé de Cook par le Mexique et Quito au Cap Horn; alors on aura une ligne de plus de 3,000 lieues; elle partagerait le continent en deux parties très-inégales.

Proximité du pôle.

Si, comme tout doit nous le faire présumer, les pays autour de la baie de Baffins et les terres découvertes au nord de la Sibérie, forment une continuation non interrompue du continent de l'Amérique, il serait évident que le nouveau monde se rapproche beaucoup plus près du pôle arctique que l'ancien. La masse des terres glaciales serait ainsi beaucoup plus grande, et celle des terrains échauffés par les feux de la zone torride beaucoup moindre que l'ancien continent. C'est de ce fait que semble dépendre l'explication des climats si différens des deux grands continens.

Contrastes de configuration.

L'analogie illusoire qu'offrent les isthmes de Suez et de Panama, qui à la vérité partagent les deux continens en deux parties inégales, mais dont le premier ne se compose que de sable, tandis que l'autre est formé des rochers de granit ou de porphyre, nous conduit à remarquer une différence très-singulière de ces deux grandes îles du globe. L'ancien monde ouvre à peu près également toute son enceinte aux irruptions de l'Océan, et depuis le détroit de Behring jusqu'à celui de Bab-el-Mandeb d'un côté, et jusqu'à celui de Gibraltar de l'autre, les baies, les golfes, les méditerranées se tiennent en quelque sorte

en équilibre, du moins quant au nombre; la masse de l'Afrique seule se refuse aux invasions bienfaisantes de la mer. Le nouveau continent au contraire, n'ayant du côté d'ouest qu'un seul golfe considérable, celui de Californie ou la mer Vermeille, présente du côté opposé une suite de golfes ou des méditerranées, et lorsque cette série est interrompue, d'énormes fleuves en prennent la place. Que les géologues cessent donc de copier Buffon, lorsqu'il prétend nous représenter les continens comme offrant tous les deux plus de déchirures à l'est qu'à l'ouest.

Montagnes, plateaux.

De cet aperçu des inégalités qu'offre le profil horizontal du globe, passons à l'examen de celles qui résultent de ses coupes perpendiculaires.

Les *montagnes* sont les éminences les plus considérables de la terre, et qui en même temps ont une pente rapide ou du moins sensible. Il faut les distinguer des *plateaux* qui sont de grandes masses de terres élevées, formant ordinairement le noyau des continens ou des îles, mais qui ont des pentes longues et étendues. Un plateau peut renfermer des montagnes, des plaines et des vallées; il y en a qui sont assez inclinés pour laisser écouler les eaux qui se rassemblent à leur surface : il y en a d'autres qui conservent pendant un long espace le même niveau, et où les rivières ne trouvent point de débouché. On trouve des plateaux de cette dernière espèce en Europe, principalement en Croatie et en Carniole (1), mais ils ont de petites dimensions; pour les voir en grand, il faut même visiter la Tartarie, la Perse et le centre de l'Afrique (2). Ces plateaux ont un niveau général plus élevé que le reste des continens; ils semblent être les plus anciens massifs de la terre, et comme les noyaux autour desquels les terrains nouveaux se sont accumulés.

Formes des montagnes.

Les *montagnes* offrent, dans leurs formes extérieures, des variétés qui frappent l'œil le moins attentif, et qui

(1) Voyez la description de ces provinces, vol. V. (2) Voyez les articles *Tartarie*, *Perse*, etc., vol. III, etc.

doivent, à la première vue, faire présumer des différences dans la composition intérieure de ces massifs. Les plus hautes montagnes présentent le plus souvent le roc dans toute son affreuse nudité ; mais la nature même des rochers en fait varier la coupe : là, ils s'élancent sous la forme de cristaux énormes, taillés par angles aigus, amoncelés et appuyés l'un contre l'autre ; plus loin, des sommets arrondissent des masses vastes et élevées, mais qui s'élancent dans les airs avec moins de hardiesse. D'autres fois c'est un énorme escarpement qui découvre à l'œil effrayé toutes les entrailles de la montagne. L'imagination frappée désigne ces aspects sous les noms d'*aiguilles*, des *pics* ou *puys*, de *dents*, de *cornes*, de *dômes*, de *ballons* et de *brèches* (1). Après ces sommets arides, escarpés et déchirés, on voit s'étendre des montagnes dont la forme porte un caractère de tranquillité, indice de leur formation lente et successive ; ces montagnes encore considérables, formées par des couches diversement inclinées, offrent généralement des formes variées à l'infini, à cause des affaissemens et des renversemens qui ont remué et tourmenté ces terrains. Ici c'est un amphithéâtre qui s'élève par gradins réguliers, comme le *Kinnekulle* en Westrogothie (2) ; là, c'est une masse coupée à pic, et présentant la figure d'un autel, comme le *mont de la Table*, près le Cap de Bonne-Espérance ; il y en a dans la Chine qui offrent l'image d'une tête de dragon, de tigre ou d'ours (3) ; d'autres fois c'est un labyrinthe de rochers élevés comme des piliers, ainsi qu'on voit à Adersbach en Bohême, ou même une seule masse élevée en forme de quille comme le Mont-Aiguille dans le ci-devant Dauphiné (4) ; on en voit, auprès d'Envionne dans le Valais (5), qui rappellent l'image des anciennes perruques moutonnées ;

Aiguilles, pics, dents, etc.

(1) *Humboldt*, *Saussure*, *Pallas*, etc. Voyez les articles *Alpes*, *Apennins*, *Pyrénées*, vol. V. *Andes*, vol. IV, etc. (2) Mém. de l'acad. de Stockholm, 1747, planche III. (3) *Osbeck*, Voyage à la Chine, 266 (en suéd.). (4) *Lancelot*, les Merveilles du Dauphiné, dans les Mém. de l'Acad. des Inscript., tom. IX. (5) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, § 1061.

mais la forme la plus commune est celle d'une suite d'assises ondulées ou sillonnées. Après ces montagnes du deuxième rang, on trouve des *collines* plus ou moins hautes, qui de tout côté n'offrent que peu d'élévation et des pentes peu rapides : elles sont sillonnées par les eaux courantes ; ces collines descendent souvent par gradins et se perdent à la fin dans les plaines. Quelquefois leurs *falaises* ou escarpemens subits imitent les aspects pittoresques des hautes montagnes.

Pics volcaniques. Les pics volcaniques s'éloignent de toutes ces formes communes ; leurs masses coniques ou pyramidales se distinguent par leur régularité, même lorsqu'elles ont été tronquées par quelque accident. Leur front menaçant domine au loin les contrées voisines. Une apparence non moins particulière, fait remarquer les montagnes basaltiques, lorsqu'elles ne sont point recouvertes par d'autres terrains ; leurs escarpemens présentent des rangs serrés d'immenses piliers ou des chaussées qui semblent être l'ouvrage des géans. Mais la peinture de toutes les formes que prennent ces rochers, nous entraînerait loin du sujet propre de ce Livre.

Montagnes percées à jour. Il y a pourtant une bizarrerie de la nature que nous devons indiquer ici. Ce sont les *montagnes percées à jour*. Il y en a qu'on soupçonne de devoir cette forme, du moins en partie, aux travaux des hommes. La Pierre-Pertuise dans le Jura et le Pausilippo près Naples, sont dans ce cas ; mais la nature a laissé à d'autres phénomènes de ce genre l'empreinte de sa puissance. Le *Torghat* en Norvège est percé d'une ouverture de 25 toises de haut sur 500 de long ; à certaines époques de l'année, on voit le soleil à travers cette voûte (1). Près la Nouvelle-Zélande, s'élève un arc de rochers, sous lequel les flots de la mer passent dans la haute marée. Ces phénomènes ne diffèrent des cavernes que par des localités qui ont donné à ces cavités une double issue au jour.

(1) *Pontoppidan*, Hist. natur. de la Norvège, I, 75-79 (en dan.).

Un autre point de vue général sous lequel on peut considérer les montagnes, c'est leur rapport de position entre elles. Il y en a qui se trouvent *isolées ;* c'est souvent le cas des pics volcaniques ; c'est encore celui de plusieurs montagnes calcaires et autres. La Chine et l'Irlande en offrent un grand nombre d'exemples (1). Le rocher de Gibraltar, et la forteresse de Gwalior dans l'Indostan, présentent ce spectacle. On peut encore citer le mont [illegible]*s*, où une peuplade entière soutint un siége contre [illegible]ro (2). Le plus souvent, les montagnes sont groupées : tantôt les chaînes partent d'un noyau commun, en directions angulaires ; tantôt le noyau est lui-même une haute chaîne courbée ou droite, d'où sortent de temps en temps des branches secondaires. On peut mettre les Alpes dans cette classe. Quelquefois on voit des groupes irréguliers de plusieurs chaînes, parmi lesquels aucune ne peut être regardée comme la principale. Tel est l'ensemble des montagnes de l'Asie Mineure et de la Perse. Mais le genre le plus remarquable, c'est celui des longues chaînes qui, à l'instar des Cordillières des Andes dans l'Amérique méridionale, se continuent pendant un espace de centaines ou de milliers de lieues, dans une direction presque constante, ayant, de côté et d'autre, des assises régulières de montagnes inférieures, mais ne détachant que peu de chaînes secondaires. Ces grandes chaînes portent évidemment l'empreinte de la plus haute antiquité, et semblent être les témoins muets de la création : c'est sur leurs cimes, c'est dans leurs flancs qu'il faut lire l'histoire du globe, en caractères moins altérés que ceux que nous offrent les Alpes et les Pyrénées.

Montagnes isolées et par chaînes.

En général, toutes les chaînes des montagnes d'un même continent sembleraient avoir entr'elles une connexion plus ou moins sensible ; elles en forment comme la charpente, et semblent, dans l'origine des choses, avoir déterminé la figure qu'ont prise les terres : mais cette analo-

Connexion des chaînes.

(1) *Bergmann*, Géog.-physique, I, 171. (2) *Quint-Curt.*

gie, en la généralisant trop, nous induirait en erreur; on connaît plusieurs chaînes qui n'ont point, ou qui n'ont du moins que très-peu de liaison avec d'autres. Telles sont les montagnes de Scandinavie et de l'Ecosse, montagnes indépendantes comme le génie des nations qui les habitent.

L'emploi même du terme *chaînes* exige beaucoup de précautions. Une chaîne peut être définie par une suite de montagnes dont la base se touche. Mais il ne faut pas pousser trop loin le sens du mot *base;* peut-être conviendrait-il à de sages observateurs, de n'entendre par là que le pied visible de la montagne, ou tout au plus les couches souterraines qu'on peut suivre par des fouilles. Du moins, il faut se garder de considérer des traînées de collines ou de bancs de sable comme des continuations de chaînes.

Il est encore vrai de dire que le nom de *chaînes* n'est pas assez général, et qu'il serait mieux, en réservant ce terme pour les subdivisions, de se servir de celui de *système des montagnes* ou *massif*, pour l'ensemble de plusieurs chaînes.

Pentes des montagnes.

Les montagnes, soit isolées, soit groupées, offrent de côté et d'autre des *pentes* douces et longues, ou rapides et escarpées. On doit remarquer principalement le fait général que la plupart des montagnes considérables ont une de leurs pentes très-escarpée, et l'autre très-douce (1). Les Alpes descendent plus rapidement du côté de l'Italie que de celui de la Suisse. Au contraire, les Dophrines ou Alpes scandinaves ont une descente beaucoup plus roide au nord-ouest et à l'ouest que vers le sud et l'est. Les Pyrénées sont plus roides du côté du sud que de celui du nord; les montagnes de l'Asturie ont leurs pentes dans le sens contraire; mais celles de la Sierra-Moréna, et surtout les Alpujarras dans la Grenade, paraissent avoir leurs pentes roides au midi. Le mont Atlas, le mont Liban bordent la Méditerranée par des falaises escarpées; on

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, etc.

sait du moins, à l'égard du Liban, qu'il a une pente douce vers l'Euphrate. Le mont Taurus (en le terminant aux sources de l'Euphrate) offre deux pentes très-différentes, car en Caramanie et en Natolie, il a des escarpemens au midi et de très-longs plateaux au nord; en Arménie, au contraire, la pente au nord est très-rapide. Les Gates, dans la presqu'île en-deçà du Gange, ont des montées roides directement vers l'ouest et de longues pentes douces vers l'est. Ainsi, il n'y a aucune règle constante; tout dépend des circonstances locales. En général, cette inégalité des pentes n'a lieu que parce que les chaînes de montagnes, même les plus apparentes, ne sont en grande partie que les bords escarpés des longs plateaux obliquement inclinés dont la surface du globe semble être composée. On doit distinguer les montagnes qui s'abaissent par *assises* ou *gradins*, ce qu'on attribue tantôt à l'affaissement des bancs d'une nature différente, tantôt à l'action des eaux qui jadis ont pu baigner les pieds de ces montagnes.

Les *vallées* sont formées par les écartemens des chaînes de montagnes ou de collines. Celles qui se trouvent entre les hautes montagnes sont ordinairement longues et étroites, comme si elles n'eussent été au commencement que des fentes entre les chaînes ou des lits de grands torrens. Leurs angles de direction offrent quelquefois une symétrie singulière. « On voit dans les Pyrénées, dit M. *Ramond* (1), des vallées dont *les angles saillans et rentrans* correspondent si parfaitement, que si la force qui les a désunis venait à s'opérer en sens contraire, leurs coteaux s'uniraient ensemble, sans qu'on pût en apercevoir la soudure. » Ce fait a, pour la première fois, été observé dans les Alpes, par Bourguet, qui l'a trop généralisé (2); car il y a de hautes vallées d'un

Angles saillans et rentrans.

(1) Observations sur les Pyrénées.

(2) *Mémoire sur la théorie de la terre*, à la suite des *Lettres philosophiques sur les sels et cristaux*, page 181. Comp. *Buffon*, *Hist. nat.*, édit. in-12., tom. I, p. 105.

genre tout différent. On en voit qui ont une grande étendue en longueur, sans être coupées par angles; elles ne forment presque que des plaines élevées; telles sont principalement celles qui se trouvent le long des chaînes principales, le Valais, par exemple. Il y en a d'autres grandes, arrondies ou renflées : la Bohême ou le Cachemire en sont des exemples; on dirait qu'elles ont été des bassins de quelque lac ancien qui s'est écoulé en brisant les digues que lui opposaient les montagnes environnantes. Cette hypothèse, développée par *Lamanon* et *Sulzer* (1), semble même une des mieux prouvées de celles que les géologues ont proposées. Il y a encore de hautes vallées qui renferment des fleuves et des lacs qui n'ont aucun écoulement : on en voit un exemple mémorable au Pérou, dans la grande vallée qui renferme le lac de Titicaca. On en connaît à peu près quelques-unes, et l'on en découvrira un jour bien d'autres dans l'intérieur de l'Afrique. Déjà, nous en avons beaucoup d'exemples dans l'Asie centrale.

Vallées en forme de bassins.

Les hautes vallées offrent encore d'autres choses remarquables dans leur forme. Les unes ont des pentes égales de tous les côtés; les autres n'ont qu'une seule pente large et du côté opposé des falaises escarpées. La plupart des hautes vallées ont le niveau de leur sol égal aux sommets des montagnes secondaires voisines; le niveau du *lac de Joux*, dans une vallée des monts Jura, est considérablement plus élevé que le niveau du lac de Genève (2). Rarement on voit les hautes vallées s'élargir successivement et s'identifier peu à peu avec les plaines. La plupart du temps elles sont presque barrées par un angle saillant de la chaîne de montagnes qui leur sert de ceinture. L'espèce de détroit par lequel on entre dans la vallée, s'appelle *passe* ou *défilé*, et comme jadis chaque vallée renfermait une petite peuplade indépendante, on appelait ces passes *les Portes des Nations*. Telles étaient

Pentes et niveau des vallées.

Passes, défilés, Portes des nations.

(1) *Sulzer*, Encyclop. méthod. Géog.-phys., I, au mot. *Delamétherie*, § 1514 *sqq*. (2) *Saussure*, Voyages, § 376 *sqq*.

les Portes du Caucase, les Portes Caspiennes, la passe d'Issus, célèbre par une victoire d'Alexandre ; les Thermopyles, immortalisées par le dévouement des Spartiates ; les Fourches-Caudines, où Rome vit humilier la gloire de ses armes injustes. Il y a entre la Suède et la Norvège une de ces portes, formée par plusieurs masses de rochers, presque exactement taillés en parallélogrammes oblongs, et qui laissent entr'eux des chemins bordés de murailles à pic : cette passe est près de Skiærdal. Une autre, également coupée perpendiculairement, se trouve dans le *Portfield*, ou Montagne de la Porte (1). Ces ouvertures sont exactement semblables à celles par lesquelles le fleuve Hudson, aux États-Unis, traverse, l'une après l'autre, les chaînes de montagnes qui semblaient devoir barrer son cours (2). La Cordillière des Andes offre des portes les plus énormes que l'on connaisse ; il y en a de 7 à 800 toises de profondeur (3). Exemple mémorable.

Les basses vallées se présentent sous un caractère très-différent ; elles s'élargissent à mesure qu'elles s'éloignent des montagnes secondaires d'où elles partent ; peu à peu elles se confondent avec les plaines. Leurs angles saillans et rentrans correspondent régulièrement ; mais ils sont très-obtus. Basses vallées.

Les *plaines* sont, comme les vallées, de deux classes : les *plaines hautes*, qui se trouvent entre les grandes chaînes de montagnes, sont souvent très-étendues, et comme posées sur le dos des montagnes secondaires ; telles sont les plaines élevées de la Tartarie, de la Perse et probablement de l'intérieur de l'Afrique. Les plaines de Quito sont à 2,000 toises d'élévation au-dessus de la mer ; celles de Karakorum, dans la Mongolie-Chinoise, ne leur cèdent peut-être pas. Les *plaines basses*, couvertes de sable, de gravier, de coquillages, semblent être récem- Plaines hautes et basses.

(1) *Bergmann*, Géog.-phys. I, 185. *Cronstedt*, Description de la Iemtie, dans les Mém. de l'Acad. de Stockholm, 1763, p. 275.

(2) *Kalm*, Voyage d'Amérique, III, 161 (en suédois).

(3) *Humboldt*, Vues des Cordillières, p. 9.

ment sorties du sein des eaux, soit qu'elles aient formé les bassins des mers intérieures, comme les plaines au nord de la mer Caspienne, la grande plaine au sud de la Baltique, celle qui arrose la rivière des Amazones; soit qu'elles aient été couvertes des eaux de l'Océan et de ses golfes, comme le Téhama de l'Arabie, le Delta de l'Egypte et autres plaines semblables.

Côtes escarpées et dentelées.

Les *côtes* de la mer et des lacs, méritent aussi une grande attention, ce sont les bords extrêmes de nos systèmes de montagnes. Il y a des *côtes escarpées*, c'est lorsqu'un sol de roche s'étend, soit à découvert, soit sous terre jusqu'aux rivages, comme en Galice, en Bretagne, en Norvège, en Ecosse. Ce genre de côtes offre encore deux subdivisions. 1° Les *côtes escarpées et dentelées* : elles sont ceintes de rochers, soit au-dessus, soit au-dessous de l'eau. Ces rochers forment souvent des labyrinthes d'îles qui entourent les côtes; tels sont *le jardin du roi* et celui *de la reine* près Cuba, *l'Archipel de Mergui* dans les Indes, les côtes de la Nouvelle-Galle-du-Sud, le *Skiergârd* de Norvège et de Suède. Il faut subdiviser cette classe selon que les escarpemens des côtes sont dûs à de vrais rochers granitiques et autres, ou à ces masses de coraux créées par les polypes, et qui remplissent les mers entre les deux tropiques. 2° Quelquefois les côtes s'enfoncent tout d'un coup sous l'eau et laissent la mer libre; ce sont des *côtes par escarpement* proprement dites; telles sont, pour la plupart, celles de la Méditerranée et de la mer Noire; seulement la Dalmatie et quelques parties de l'Archipel se rapprochent de la subdivision précédente. L'Amérique n'offre presque pas d'autres côtes vers la mer Pacifique, à commencer par le cap Horn, et en allant jusqu'au détroit de Behring; c'est la plus longue falaise qu'il y ait sur le globe. Les marins nomment *acore* une côte qui s'enfonce rapidement, et *saine* celle qui n'est point hérissée d'écueils.

Côtes acores.

Côtes par collines.

Les *côtes basses* sont formées par des terrains plus mous, et qui s'abaissent par pentes douces; on peut distinguer : 1° *les côtes par collines*; telles sont les côtes de

toutes les îles danoises, de la Scanie et de la Poméranie; on n'y trouve que de petites falaises calcaires. Ces sortes de côtes semblent appartenir aux lacs et aux petites méditerranées, quoique souvent aussi ces sortes de bassins soient entourés d'escarpemens aussi grands que ceux qui bordent l'Océan. 2° Les *côtes par dunes* et atterrissemens; elles se présentent comme des plaines sablonneuses ou marécageuses qui se perdent par une pente douce sous l'eau; mais elles sont de différentes natures: tantôt ce sont, comme en Gascogne et en Jutland, d'anciennes côtes par collines, autour desquelles les vagues de la mer ont amoncelé des amas de sables, fixes ou changeans; tantôt ce sont à la fois des dunes amassées par la mer, et des atterrissemens apportés par les fleuves, comme en Hollande, en Égypte, à l'embouchure du Mississipi. Souvent il se forme par la mer des atterrissemens limoneux, comme les terres noyées des côtes de la Guyane française. Les côtes basses sont quelquefois exposées sans aucun rempart naturel à toute la fureur des flots; c'est alors qu'on peut dire avec *Tacite*, qu'il est douteux, si c'est une partie de la terre ou de la mer; il y en a qui sont garanties contre les flots par un enchaînement de dunes fixes et mêlées de rochers, comme l'est le Nord-Jutland; on sait que les Hollandais, en imitant par un art patient ces remparts naturels, ont conquis sur l'Océan le sol de leur patrie.

Côtes par dunes.

Les îles d'une étendue considérable, offrent en petit les mêmes circonstances que les continens en grand; mais les petites îles méritent un coup d'œil à part. On peut les classer de diverses manières; elles sont *isolées* ou rassemblées en *groupes*, ou rangées par *chaînes*. Parmi les *îles plates*, il y en a qui ne sont que des bancs de sable s'élevant à peine au-dessus des eaux; d'autres fois ce sont des amas de coquilles ou de pétrifications comme les îles de Lachof au nord de la Sibérie, qui ne sont qu'un amas de glaces, de sables et d'os de mammouth; la plupart des îles de la mer du Sud créées, ou du moins agrandies par les polypes, ne consistent qu'en coraux ou madrépores.

Iles plates.

Îles volcaniques.

Parmi les îles élevées, on en trouve un très-grand nombre qui doivent leur origine, du moins en partie, à l'action des volcans qui ont percé l'ancien sommet de l'île, et, en rejetant toujours des laves par leur cratère, ont formé, par une accumulation lente, ces énormes pics qui servent au loin de guide aux navigateurs. Lorsqu'on voit des îles en groupes très-rapprochés, il est permis de soupçonner que ce ne sont que les sommets d'un plateau sous-marin. De même, lorsqu'elles se suivent de très-près dans une direction constante, elles sont les éminences ou le dos d'une chaîne de montagnes sous-marines. Une telle chaîne, placée devant un promontoire d'un continent, ou sur la même ligne que les montagnes de cette terre, semble ne faire qu'un ensemble avec celle-ci. Ainsi, il est évident que les îles Kuriles lient l'Yeso au Kamtschatka, de même que la chaîne des grandes et petites Antilles attache les deux Amériques. Mais il faut que les intervalles qui séparent les îles, aient assez peu de largeur ou soient assez remplis d'écueils et de bas-fonds pour ne point admettre une solution de continuité entre les bases de ces montagnes maritimes. Aussi la connexion supposée entre les Açores, les Canaries et le mont Atlas en Afrique, quoique possible, a besoin d'être prouvée par des sondes multipliées.

Chaînes et groupes d'îles.

Les montagnes n'ont en général aucune direction exactement régulière ; les chaînes serpentent toujours et se perdent souvent dans des plateaux.

Il n'est donc plus permis, en s'abandonnant à une vive imagination, de nous tracer des *chaînes terrestres* et *sous-marines* et une *charpente du globe* qui n'a point d'existence dans la nature (1). Il ne suffit pas de voir sur une carte qu'il y a dans tel endroit un partage des eaux ; il y a beaucoup de partages d'eaux dans le monde, qui n'offrent aucune trace de montagnes, mais seulement de longs plateaux, qui s'élèvent en pente douce de côté et

Sur les chaînes des montagnes et les partages d'eaux.

(1) *Ph. Buache*, Essai de Géographie-Physique, dans les Mém. de l'Académie des sciences, 1752, p. 399. Comp. *Lehmann*, Specimen chorographiæ generalis, tractus montium primarios sistens. Petrop., 1762.

d'autre, souvent pendant l'espace d'une centaine de lieues. Il n'y a que des collines au centre de la Russie d'Europe, quoiqu'on y trouve le partage d'eaux entre quelques-uns des plus grands fleuves de l'Europe. Que dis-je ? il y a même dans la Pologne Russe entre le Niémen et le Duna d'un côté, et le Dniéper avec le Dniester de l'autre, un point de partage qui n'offre aucune élévation sensible, et où, à la place des montagnes figurées par Buache, les voyageurs ne trouvent qu'une plaine marécageuse; mais vers le milieu du cours du Dniéper, on voit s'élever un terrain montueux et rocailleux que ce fleuve traverse en suivant une fente profonde dans laquelle il coule (1). Le Niémen de son côté fait le tour des collines de la Prusse orientale bien plus élevées que le partage des eaux, ainsi que le montre la *fig.* 48, donnant le profil de l'Europe entre la mer Baltique et la mer Noire. Quelle différence de ce profil à celui qu'offre la même partie du monde, coupée dans la direction des golfes de Gênes et d'Hambourg (*fig.* 49), ou à ceux du plateau de Mexique (*fig.* 50) et de l'Amérique méridionale (*fig.* 51), l'un copié d'après M. de Humboldt, l'autre dessiné d'après des données tirées de ses Voyages! On peut juger quelle absurdité ferait naître l'usage d'un système général quelconque, pour deviner des faits dont l'observation seule peut nous apprendre à connaître l'étonnante variété.

Sur les chaînes sous-marines.

Le système de Buache nous a procuré ces *chaînes sous-marines*, qui n'existent point en grande partie, mais qui cependant ne cessent pas de figurer dans quelques théories de la terre. Une île isolée, un banc de sable, un brisant ou rocher à fleur d'eau, voilà tout ce qu'il a fallu à *Buache* pour supposer une chaîne sous-marine entre des parties du monde très-éloignées l'une de l'autre. Quelquefois il ne daigne pas même donner un prétexte à ses suppositions; par exemple, il veut que l'Islande, les îles

(1) Carte hydrograph. de Pologne, de *Roustan* et *Komarzewski*. Carte de *Rizzi-Zannoni*. Notes données par MM. *Stibielowitz* et *Niemcewski* de Wilna.

Féroër, et celles de Shetland forment une montagne sous-marine entre le Groënland et la Norvège. Cependant il y a une mer assez profonde entre la Norvège et le Shetland; la direction des montagnes est parallèle et non pas convergente : ses chaînes paraissent ne devoir jamais coïncider. Encore, la nature basaltique du sol de l'Écosse, de l'Irlande, de Féroër et de l'Islande, semblerait indiquer une liaison ancienne des îles Britanniques avec le Groënland plutôt qu'avec la Norvège. De même, les chaînes sous-marines de la mer du Sud, ont en général une direction tout à fait différente de celle que *Buache* leur avait donnée d'après les découvertes incomplètes de son temps. Elles n'ont pas la moindre liaison, ni avec le Mexique, ni avec l'Amérique méridionale, pas plus qu'avec la terre australe imaginaire. Plusieurs de ces chaînes d'îles, et principalement celles qui sont les plus isolées, ont une direction très-remarquable, mais entièrement opposée au système de Buache; elles s'étendent du nord-ouest au sud-est, dans la direction de l'axe magnétique du globe.

Direction générale des montagnes de notre globe.

Examinons pourtant si, aux hypothèses erronées de nos prédécesseurs, nous pourrions substituer des vues générales plus conformes à la vérité, en découvrant quelqu'analogie constante dans la direction des montagnes des deux grands continens.

Si nous tirons une ligne du centre du Thibet à travers la Mongolie Chinoise vers Okotsk et de là vers le cap Tchutchi, ou le promontoire oriental de l'Asie, cette ligne coïncidera en général avec une immense chaîne de montagnes qui court du sud-ouest au nord-est, et qui partout descend très-rapidement vers la mer des Indes et l'Océan Pacifique, tandis qu'au contraire elle s'étend vers la mer Glaciale en plaines et collines secondaires. Il est probable qu'on pourra un jour rapporter à la même règle la chaîne de Lupata, dite l'Epine du monde, en Afrique; du moins, cette chaîne court du Cap de Bonne-Espérance à celle de Guardafui, dans une direction sud-sud-ouest, et nord-nord-est, ainsi à peu près dans la même direction que

la grande chaîne de l'Asie ; mais nous ignorons la disposition des pentes de ces montagnes. Nous pouvons regarder les monts de l'Arabie Heureuse, très-élevés et escarpés (1), comme le chaînon qui lie les monts Lupata aux plateaux et montagnes de la Perse qui viennent du Thibet.

Si nous suivons les côtes occidentales de l'Amérique, depuis le détroit de Behring qui ne forme presque point d'interruption sensible jusqu'au cap Horn, nous ne trouvons qu'une chaîne non interrompue des plus hautes montagnes qu'il y ait sur le globe ; de temps en temps, cette chaîne se retire un peu dans l'intérieur, mais le plus souvent elle borde immédiatement le Grand-Océan par d'immenses falaises, et souvent par d'épouvantables précipices. De l'autre côté, l'écoulement des lacs et la direction des grandes rivières, montrent assez que toute la surface de l'Amérique s'incline peu à peu vers l'Océan Atlantique.

Grande chaîne du globe.

Il résulte de ces observations combinées, que les plus grandes chaînes de montagnes sur le globe sont rangées en arc de cercle autour du Grand-Océan et de la mer des Indes ; qu'elles semblent offrir le plus souvent des descentes rapides vers cet immense bassin qu'elles entourent, et de longues pentes sur les côtés opposés ; enfin que, depuis le Cap de Bonne-Espérance jusqu'au détroit de Behring, et de là jusqu'au cap Horn, l'œil même de l'observateur le plus timide, croit entrevoir quelques chaînons d'un arrangement aussi surprenant par son uniformité, qu'il l'est par l'immense étendue du terrain qu'il embrasse.

Arrêtons un instant nos regards sur ce grand fait de géographie-physique. Si nous nous plaçons dans la Nouvelle-Galle-du-Sud, le visage tourné au nord, nous voyons à notre droite l'Amérique, à la gauche l'Afrique et l'Asie. Ces continens que naguère notre imagination n'osa rapprocher, considérés de ce point de vue, ne forment plus qu'un tout, dont la structure, en tant qu'elle est connue, offre dans ses grands traits une symétrie éton-

(1) *Seetzen*, dans *Zach*, Corresp. astron., XI. Voyez ci-après *Arabie*.

nante. Une chaîne d'énormes montagnes entoure un énorme bassin ; ce bassin partagé en deux par un vaste amas d'îles, baigne souvent de ses flots le pied de cette grande chaîne primitive de la terre. Or, cette immense bande de granit et de porphyre, quand s'élança-t-elle du sein des flots? Ou quand s'écroulèrent-elles dans les profondeurs de l'Océan, ces hautes montagnes secondaires dont la chute simultanée a pu former cette falaise continue qui règne autour du globe? Admettrons-nous que la terre était jadis, comme Saturne, entourée d'un *anneau*, et que cette voûte céleste dérangée dans son équilibre (1), s'est précipitée sur la surface du globe? Mais, où s'égare notre imagination trop enhardie par le séduisant éclat d'une analogie encore susceptible d'être contestée? Rappelons-nous que dans l'ancien continent, les vastes régions de l'Inde et de la Chine, contrairement à l'analogie indiquée, se trouvent au sud de cette grande ceinture de montagnes ; la presqu'île au-delà du Gange, joint même ce groupe étonnant des pays brisés et entrecoupés qui remplissent le milieu du grand bassin ; c'est comme un chaînon qui lie au continent d'aujourd'hui ces superbes débris d'un continent d'autrefois, d'un hémisphère qui semble s'être écroulé tout entier.

Pente générale des continens.

Si nous considérons sous le même point de vue la presque-totalité des deux continens, qui se trouve par rapport au Grand-Océan, *au-delà* de cette chaîne principale du globe, nous y voyons la *plus grande partie* des plateaux et des chaînes de montagnes s'incliner peu à peu vers l'Océan Atlantique et Septentrional ; cette étendue des mers, toute vaste qu'elle est, ne paraît alors qu'un canal, si on la compare au grand Océan Pacifique. Les falaises qui bordent l'Océan Atlantique, ne sont nullement comparables aux escarpemens du Cap de Bonne-Espérance et du Cap Guardafui, aux précipices qui entourent les mers de Kamtchatka, de Pérou et de Chili.

(1) Comp., *Laplace*, Système du monde, l. IV, ch. 9, p. 255, de la 3e édition.

Élévation des montagnes.

On s'attend peut-être à trouver également une certaine analogie générale entre les montagnes sous le rapport de leur élévation, mais avouons d'abord que nous sommes encore bien moins instruits de la hauteur que de la direction des principales chaînes de montagnes. Les mesures, soit trigonométriques, soit conclues par le niveau du mercure dans le baromètre, n'ont guères été prises qu'en Europe et en Amérique. Or, dans ces considérations générales sur le globe, l'Europe ne saurait être regardée comme un point important, ni surtout comme un point de comparaison bien sûr : si nos Alpes dont les sommets tels que le *Mont-Blanc*, le *Mont-Rosa*, l'*Ortelos*, ne s'élèvent qu'à 14 ou 15,000 pieds, tandis que les sommets des Cordillières, le *Chimborasso*, l'*Antisana*, le Pichincha s'élancent à 19000 et 20,000 ; est-ce une raison pour conclure que le Nouveau-Monde en général a de plus hautes montagnes que notre continent? ou que les montagnes croissent en élévation vers l'équateur? L'une de ces conclusions est hasardée jusqu'à ce que l'intrépide Humboldt ait mesuré les Alpes du Thibet, peut-être plus élevées que le Chimborasso ; l'autre est fausse, puisque les Andes de Chili passent pour être aussi hautes que celles de Pérou (1), que les volcans de Mexique ne le cèdent que très-peu à celles de Quito, et que les énormes pics de Spitzberg et de Groënland paraissent en égalant les Alpes, surpasser de beaucoup les montagnes de Norvège et de Russie, auxquelles elles devraient être inférieures selon l'hypothèse. Nous croyons en conséquence devoir réserver pour les descriptions des parties du monde, le peu de comparaisons générales auxquelles peuvent donner lieu les montagnes dont l'élévation est déterminée.

(1) *Molina*, Histoire nat. de Chili.

LIVRE TRENTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Structure intérieure des parties solides de la Terre. Des Bancs, Couches, Cavernes et Filons.

Nous descendons de la surface de la terre qui ne nous est pas parfaitement connue, dans son intérieur qui nous l'est encore moins. Nous allons considérer la croûte solide du globe, en tant qu'elle a été examinée, sous les rapports de sa structure intérieure et des substances qui la composent.

Toutes les fouilles qu'on a faites en divers pays, ont montré la plus grande partie de la terre composée d'une suite irrégulière de *couches* de nature différente. Quand ces couches, en conservant la même nature, offrent une grande épaisseur, nous les nommerons *bancs*. Affectent-elles une position horizontale régulière? nous appellerons leurs subdivisions *assises*. Mais quoiqu'on trouve jusque dans les plus hautes montagnes des *bancs*, sinon des *assises*, la position presque verticale des masses principales de plusieurs hautes montagnes nous oblige de les désigner sous le nom de *blocs*, sans que cependant cette dénomination doive être censée renfermer une décision sur la nature de ces masses, que les uns regardent avec beaucoup de vraisemblance comme de grands cristaux (1), tandis que les autres prétendent n'y voir que des couches redressées (2). Quelquefois les blocs sont divisés par des fissures verticales, et alors leurs portions peuvent être appelées *feuillets* ou *lames*. On conçoit que

Couches, bancs, assises.

Blocs.

Feuillets.

(1) *Delamétherie*, Théorie de la Terre, § 1339 *sqq.* *Patrin*, Histoire naturelle des minéraux, I, 103. (2) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, § 604-669 (Comp. ses aveux, §§ 1691 et 2300). *Deluc*, Lettres géolog. à Blumenbach, p. 123 (en français).

malheureusement ces termes ne présentent pas un sens absolument précis; mais on conçoit aussi, en contemplant les objets dans la nature, qu'il est impossible de les soumettre à une classification plus rigoureuse (1).

Les masses que nous venons d'indiquer se trouvent jetées les unes sur les autres sous toutes les inclinaisons imaginables. Souvent, et principalement dans les terres basses ou de moyenne élévation, les couches conservent pendant des centaines de lieues, leur parallélisme; ainsi, la couche de pierre calcaire, remplie de coquillages, sur laquelle est bâtie la ville de Paris, s'étend à travers la ci-devant Ile-de-France, et jusqu'en Belgique (2). Les couches gypseuses de Montmartre et des hauteurs de Belleville se trouvent à la même hauteur, quoique séparées par une vallée. En Champagne, un vaste banc de craie se prolonge au même niveau depuis Rhétel jusque vers Sens (3). Les roches même les plus fortement cristallisées, paraissent quelquefois suivre une direction horizontale. Une crête de granit paraît se continuer depuis le Limosin par le Poitou jusqu'à Cherbourg en Normandie (4). Une autre bande granitique suit la vallée de la Haute-Loire, depuis Creuzot et Mont-Cenis jusqu'à Saint-Etienne, pendant l'espace de 70 lieues (5). Les rochers de *trapp*, en Westrogothie, se retrouvent au même niveau dans des montagnes séparées par de grandes plaines. Dans l'île de Rügen, en Poméranie, dans l'île danoise de Mæn, et à Stevens en Sélande, les couches de craie et des pierres à fusil correspondent entre elles, quoiqu'une mer ouverte roule entre leurs bases. Mais à côté de cet aspect d'une formation tranquille, quel désordre, quelle confusion, quelles traces de bouleversemens ne viennent point épouvanter et charmer à la fois l'observateur de la

Inclinaison des Couches parallèles.

(1) *Bergmann*, Géog.-phys. I, 197. (2) *Cuvier* et *Brongniart*, Ann. du muséum, VI. (3) *Link*, Voy. en Portugal, I, 48. *Dupin*, Statist. Deux-Sèvres, 105. Journal des Mines, n° VIII, 27-29. (4) *Delatherie*, Théorie de la terre, IV, § 954, § 1154.
(5) *Bruslé*, Statist. de l'Aube, p. 6.

Couches renversées et redressées.

nature ! Déjà, dans les plaines et les moyennes montagnes, nous rencontrons des couches renversées, redressées, plissées en zig-zag, courbées en arcs et recourbées sur elles-mêmes : la montagne de Saint-Gilles, près de Liége, offre tous ces accidens (1). Dans le Jura, l'on voit des couches considérables qui, s'étant renversées ou ayant glissé sur d'autres, se sont arrêtées dans des positions si précaires, qu'il suffirait de quelques coups de pioche pour les mettre de nouveau en mouvement (2). Dans les Alpes, c'est un spectacle bien plus frappant : tout est désordre et bouleversement. Nous voyons des montagnes pyramidales comme l'aiguille du midi, dont les feuillets sont rangés autour de l'axe de la pyramide comme ceux d'un artichaut, s'il est permis de comparer ces rochers énormes à un mince végétal (3). Le *Nant d'Arpenaz* nous présente une espèce d'hémisphère, composé de couches régulièrement arquées (4). La plus grande variété confond à chaque pas les règles qui paraissaient le plus généralement suivies. Si le Mont-Blanc se compose d'énormes blocs, posés verticalement, le Mont-Rosa, quoiqu'aussi gigantesque, ne présente que des assises horizontales un peu inclinées.

Couches concentriques et arquées.

Ces couches, ces masses sont presque toutes traversées par des *fentes* et des *cavités* plus ou moins considérables. Quelques-unes sont des intersticés laissés entre les roches anciennes au moment de leur cristallisation ; le plus grand nombre paraît devoir sa naissance, soit à la retraite, soit à l'affaissement des terrains : la première de ces causes les a surtout multipliées dans les montagnes calcaires de seconde formation ; elles sont moins fréquentes dans le gypse. De ces fissures du globe, les unes ont été remplies par des matières métalliques, les autres par des infiltrations des sucs pierreux, par des incrustations, par des minérais de transport, par de la terre végétale

Cavités et fentes du globe.

(1) *Delamétherie*, l.c. §§ 1383-1382, planche VI, etc. (2) *Bertrand*, nouv. princ. de Géologie, p. 182. (3) *Saussure*, Voyage, § 569. (4) *Id.*, *ibid.* § 475.

animale ; enfin, quelques-unes sont restées ouvertes et forment des ravins, des précipices, des abîmes, lorsqu'elles sont ouvertes à jour; des cavernes ou des grottes, lorsqu'elles ont des murs et un toit naturel.

C'est dans la partie descriptive de cet ouvrage qu'on trouvera l'indication et quelquefois la peinture des *cavernes* et *grottes* les plus remarquables de notre globe; nous devons ici nous borner à des vues générales. Il y a des cavernes très-considérables; souvent l'autre extérieur n'est que le vestibule d'un autre plus profond, plus vaste ; cependant on a exagéré l'étendue de la plupart des cavernes. La profondeur de celle d'Eldon, dans le Derbyshire en Angleterre, n'a pu être mesurée avec une sonde de 1,600 toises de longueur (1). Près Fréderikshal en Norvège, il y a un trou dans lequel on a jeté des pierres dont la chute a paru durer deux minutes ; on en a conclu que la profondeur était de 11000 pieds (2). Parmi les nombreuses cavernes de la Carniole, celle d'Adelsberg passe pour offrir une promenade souterraine de deux lieues ; mais cette estimation d'un auteur un peu enthousiaste, mérite d'être vérifiée (3). Plusieurs cavernes se distinguent par diverses curiosités naturelles. Il y en a d'où il sort, en été, des vents chargés d'un froid glacial et d'une violence étonnante : le mont *Eolo*, près Turin, en Italie, en offre un exemple (4). Il s'en trouve dont les parois, au mois d'août, se tapissent de glaces, qui fondent au mois de décembre. On en connaît deux ou trois en France, entre autres la *grotte de Notre-Dame de Balme*, près Grenoble(5). Le peu de communication qu'ont ces cavités avec l'air extérieur, fait qu'elles changent de température longtemps après que la surface de la terre en a changé. Les

Cavernes et grottes.

Profondeur et étendue.

Température.

(1) *Lloyd*, Philosoph. transact., 1771, vol. LXI, part. I, n° 31.
(2) *Pontoppidan*, Hist. nat. de la Norvège, I, 101.
(3) *Valvasor*, Gloire de la Carniole, 1699. (4) *Kircher*, mund. subterran., lib. IV, 239. (Comp. la grotte de Motiers, dans *Bernoülli*, description de Neuchâtel, p. 32.)
(5) Mém. de l'Acad. des Sciences, 1755, p. 149 *sqq*.

cavernes les plus intéressantes pour les simples curieux, sont sans doute celles dont les toits laissent dégoutter des eaux imprégnées de matières calcaires, qui, bientôt durcies, restent suspendues aux voûtes de la caverne sous la forme de glaçons, ou, tombées à terre, représentent des végétaux, des animaux, enfin tout ce que l'imagination du spectateur en veut faire. C'est à cet amas de *stalactites* que la grotte d'Antiparos doit sa célébrité. Le naturaliste préfère celles qui contiennent des ossemens pétrifiés ou calcinés; ce sont des parties visibles des vastes cimetières, où les révolutions du globe ont enseveli des générations entières d'êtres vivans; on connaît cependant quelques cavernes, où certaines espèces d'animaux marins se retirent lorsqu'ils se sentent sur le point de mourir.

Stalactites.

Ossemens.

Il y a des cavernes qui renferment des puits profonds, des amas d'eau, quelquefois assez étendus pour qu'on leur donne le nom de lacs souterrains; d'autres donnent naissance à des ruisseaux ou à des rivières; il y en a qui engloutissent des eaux courantes, même assez considérables. Telles sont les innombrables cavités des Alpes Juliennes dans la Carniole et dans la Croatie; c'est à de semblables réservoirs qu'on doit attribuer les disparitions périodiques du lac de Cirknitz (1). En Norvège, il y a des cavernes où, en marchant sur une voûte calcaire, on entend gronder sous ses pieds des torrens invisibles. Les eaux et même les glaces ont évidemment contribué à la formation de plusieurs cavernes de Russie et de Sibérie (2).

Eaux des cavernes.

Les cavernes volcaniques forment une classe très-distincte des autres. Celle de *Surtur*, en Irlande, longue de 839 toises, offre des parois couvertes d'un vernis noir et verdâtre; qui n'est que du verre volcanique; des glaçons de lave sont suspendus à la voûte crevassée, qui

Cavernes volcaniques.

(1) *Hacquet*, Voyages dans les Alpes Juliennes.
(2) *Pallas*, Voyages, I, 41, 56, 166 (en all.). *Lepechin*, *Gmélin*, etc.

laisse pénétrer quelques rayons du soleil (1). La plus magnifique de toutes les cavernes connues est sans contredit *la grotte de Fingal*, dans la petite île de Staffa, près l'Écosse. Des milliers de colonnes de basalte soutiennent une voûte majestueuse sous laquelle la mer roule ses flots, tandis que la clarté du jour y pénètre par un vaste portail (2). L'origine des cavernes à colonnes basaltiques est aussi incertaine que celle du basalte lui-même, objet de tant de discussions parmi les géologues. Cavernes basaltiques.

Les causes qui ont produit les cavités connues du globe, ont sans doute pu avoir une sphère d'activité beaucoup plus étendue que ne l'est celle de nos observations. Plusieurs phénomènes, surtout les tremblemens de terre, semblent indiquer l'existence des cavités plus considérables que celles qui nous sont connues. Mais le plus sage parti, c'est d'avouer que nous n'en savons rien. Nous ne vivons plus dans ce siècle où *Athanase Kirker* osa dessiner le monde souterrain, comme s'il l'avait parcouru dans toutes les directions. L'inconnu, banni du domaine des sciences, est aujourd'hui regardé comme le patrimoine exclusif des romanciers.

Les petites fentes qui traversent les masses des rochers, et que l'on comprend sous le nom général de *filons*, en offrant à l'imagination un spectacle moins frappant que les cavernes, présentent à la raison et à la science une énigme encore plus compliquée. Le caractère essentiel d'un filon, c'est de couper la masse d'un rocher dans une inclinaison différente de celle des feuillets ou des assises dont la montagne est formée, et d'être rempli d'une substance minérale différente de celle dont se compose la roche elle-même (3). On trouve des filons épais de plusieurs toises; il en est qui n'ont d'épaisseur que quelques lignes; les uns se continuent pendant l'espace de plusieurs lieues, Filons.

(1) *Olafsen*, Voyage en Islande, I, 127 (en all.). (2) *Faujas de Saint-Fond*, Essai de Géologie, II, planche. (3) *Werner*, Théorie des filons, trad. par *Daubuisson*, § 2. *Oppel*, Géométrie souterraine, etc. *Ibid.*, § 15, § 19.

les autres se dispersent promptement en petites veines; il y a des cas où les filons, après avoir traversé plusieurs bancs de rochers, s'arrêtent tout à coup devant une bande d'une nature particulière, et reparaissent de l'autre côté de cette bande, dans leur direction et leur épaisseur premières (1). En général, la direction des filons est rectiligne, mais sans affecter aucune aire du monde de préférence. Dans les moyennes montagnes, ils suivent en général la direction des vallons. La matière dont un filon est rempli, contient fréquemment du minérai, et s'appelle alors la *gangue*. Il n'y a presqu'aucune substance minérale dont on ne trouve des fragmens dans quelque filon; il y en a qui contiennent des pétrifications, ce qui semble prouver que ce sont des fentes originairement vides, et qui ont été remplies par en haut au moyen d'un fluide chargé de matières qui s'y trouvent déposées. Cette opinion du célèbre Werner, la plus généralement admise, est pourtant rejetée par ceux qui regardent les minéraux comme les produits d'exhalaisons souterraines (2) ou d'une fermentation dans la masse de roche, capable d'en transmuter la substance (3); ou enfin de la cristallisation générale du globe (4). Il y a eu des savans qui ont regardé les veines métalliques comme des branches d'un grand tronc métallique, caché dans l'intérieur du globe et auquel ils attribuaient une sorte de végétation ou de mouvement organique (5). Les filons sont, dans toutes les théories, un des faits les plus difficiles à concevoir. Revenons aux montagnes en général.

Direction des filons.

Gangue.

Formation.

L'épaisseur des couches varie autant que leur inclinaison et le nombre de leurs fissures. Le banc de *trapp* en Westrogothie a souvent 100 pieds d'épaisseur; il y a dans les Alpes des masses d'une épaisseur bien plus grande, mais on n'est pas [illegible] si l'on doit les consi-

Epaisseur des couches.

(1) *Ferber*, Oryctographie de Derbyshire, 19-20. *Werner*, §. [illegible]

(2) *Henckel*, Pyrithologie, ch. 13. (3) *Trebra*, Observations sur l'intérieur des montagnes (en all.). (4) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1353. (5) *Lehmann*, Traité des matrices des métaux. Berlin, 1753.

dérer comme des couches. Beaucoup de montagnes moyennes offrent des couches de sel gemme, d'alun, de charbon de terre de 30 à 40 pieds, mais il y a aussi des couches de charbon, près Liège, qui n'ont qu'un pouce d'épaisseur. Les marbres blancs et noirs se trouvent par bancs plus épais que les marbres bigarrés, et en général, les substances les moins mélangées forment les plus grandes masses (1).

Tandis qu'en Europe des couches continues de plus de 500 toises d'épaisseur sont déjà très-rares, on voit fréquemment au Mexique et au Pérou des couches de porphyre qui ont de 1,600 à 2,000 toises d'épaisseur (2). Cette structure massive paraît caractériser les régions qui forment ce que nous avons appelé la *grande chaîne du globe* (3).

Il ne nous reste qu'à considérer les couches de notre globe sous le rapport de leur *ordre de superposition*; mais quoique cet objet appartienne à la structure des montagnes que nous considérons ici, il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'en donner une idée claire, sans anticiper sur les livres où nous traiterons de la nature et de l'origine des substances dont les couches se composent. Ordre de superposition.

Nous appellerons *couches primaires* les masses qui se sont trouvées aux plus grandes profondeurs auxquelles l'homme ait poussé ses fouilles. Ces terrains en général ne contiennent point de traces d'animaux ni de végétaux; sous ce rapport, ils sont nommés *primitifs* ou *primordiaux*. L'ordre deuxième, ou celui des *couches secondaires*, comprend toutes les masses qui, formant des montagnes, sont déposées par couches régulières, contenant des restes d'animaux ou de végétaux et recouvrant les terrains primaires. Les *couches tertiaires* sont celles qui, plus confusément accumulées que les couches se- Terrains primaires, secondaires et tertiaires.

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, § 45. (2) *A. de Humboldt*, Tableau des régions équatoréales, 128. (3) Voyez ci-dessus Liv. XXIX, § 183.

condaires, en contiennent les débris, mêlés souvent à ceux des terrains primaires ; elles recouvrent les terrains secondaires (1).

Considérons d'une manière plus particulière les terrains primaires.

Les montagnes les plus âpres, les plus élevées et les plus étendues de notre globe, renferment des massifs de granité qui ne pourraient que très-improprement être qualifiés de couches, et qui, le plus souvent, se terminent en vastes coupoles ; après ces énormes cristaux, on voit les bancs très-puissans et souvent verticaux de granite feuilleté et de schistes purs, c'est-à-dire, sans aucun mélange de débris des règnes végétal ou animal. Ce sont les bords des bancs brisés du granite feuilleté qui forment les pics les plus aigus ; les schistes sont le plus souvent coupés par de nombreux filons métalliques. Les puissantes couches du *calcaire pur*, se trouvent ordinairement dans une situation plus horizontale ; elles donnent naissance à de longues croupes de montagnes dépourvues de métaux. Les bancs de porphyre, de syénite et d'autres roches sans mélange, s'appuient tantôt sur l'une et tantôt sur l'autre des couches précédentes. En Amérique, le porphyre, en masses énormes, recouvre le granite et forme les sommets des Cordillières.

Montagnes du premier ordre.

L'ordre que toutes les roches *primaires* observent entre elles, ne nous paraît pas encore déterminé par les observations. Le granite est presque unanimement considéré comme formant autour du globe une voûte qui supporte toutes ces masses, qui semblent entassées par la double action d'une cristallisation générale et d'un bouleversement violent. On n'a pas encore trouvé des granites qui reposassent sur le porphyre, sur le schiste, sur une autre roche quelconque. Mais le rang des autres roches entre elles paraît varier. Le seul principe démontré est que les roches

Ordre réciproque des terrains primaires.

(1) *Werner*, Classification des roches, Dresde, 1787 (en all.). *Voigt*, Minéralogie pratique, 1792 (en all.). Les ouvrages de *Saussure*, *Dolomieu*, *Humboldt*, *Deluc*, etc., etc.

primordiales ne sont jamais *superposées* en grandes masses aux autres terrains dont il va être question, tandis que ceux-ci se trouvent accumulés au-dessus de ces roches.

On trouve ordinairement au pied de ces montagnes du premier ordre, mais quelquefois aussi à une grande élévation sur leurs flancs, le *calcaire de transition*, roche en partie semblable au calcaire pur et en partie mêlé de débris d'animaux : cette roche marque la transition des masses sans couches régulières, et continues aux roches que les géologues nomment *stratifiées*, et dont la structure consiste en une suite de couches ou d'assises. Il y a encore d'autres roches qui marquent ce passage ; ce sont ces recompositions de fragmens de roches pures, réunies de nouveau par un ciment, et dont on a plaisamment désigné plusieurs espèces sous la dénomination de *poudings* et de roches *amygdaloïdes*, c'est-à-dire, semblables à une pâte d'amandes.

Terrains de transition.

Les terrains secondaires, formant ordinairement des couches régulières, s'annoncent même par l'aspect qu'elles donnent à l'extérieur des montagnes qui en sont composées ; plus de sommets couverts de glaces éternelles ; plus de pics sourcilleux, déchirés en pointes aiguës : la végétation commence à étaler ses richesses sur les flancs doucement inclinés des roches calcaires et argileuses, couvertes le plus souvent d'une couche de marne, et remplies de débris d'animaux et de végétaux, la plupart étrangers à l'état actuel de la nature. Le schiste argileux porte dans son sein les empreintes de toute une végétation antérieure à la constitution actuelle du globe. Dans le schiste marneux, bitumineux, on rencontre des poissons pétrifiés et beaucoup d'empreintes d'animaux aquatiques : les roches calcaires renferment des ossemens de quadrupèdes. Ces trois couches, et d'autres qui sont analogues, se succèdent souvent, de manière que les restes des végétaux soient les plus enfoncés, et ceux des quadrupèdes les plus près de la surface.

Montagnes du second ordre.

Il y a des roches qui ne suivent aucune succession ré-

gulière ; telles sont les grès, qui ne renferment que peu de restes d'êtres organiques, mais dont les bancs, très-diversement placés, semblent tantôt les rapprocher des roches primordiales, tantôt les faire descendre parmi les couches les plus récemment formées. Le gypse ou le plâtre est encore une substance qui se rencontre tantôt dans un ordre de succession, et tantôt dans un autre ; on en a trouvé de vastes bancs parmi les roches primitives (1). Ce qui caractérise surtout les montagnes par couches, ce sont les bancs de sel gemme, les sources salées, les eaux minérales, les couches de schiste cuivreux ; d'alumine ; de calamine, les terres bitumineuses ; avec le pétrole et le naphta ; enfin, les houilles, soit à l'état de charbon de terre, soit dans celui de houille limoneuse : toutes ces substances y sont accumulées par couches dont la succession varie à l'infini, mais qui toutes appartiennent exclusivement aux montagnes *stratifiées*. Au contraire, ces montagnes ne renferment point de filons métallifiés.

Terrains tertiaires.

De même que les couches régulièrement *stratifiées* s'appuient aux roches cristallisées primordiales, et les recouvrent, on voit la base des montagnes par couches recouvertes d'une troisième classe de terrain, qui à la vérité est aussi déposé par couches, mais sans cette composition uniforme et cette cohésion régulière, qui font de chaque assise d'une roche stratifiée un ensemble à part. D'ailleurs ces couches, qu'on appelle *tertiaires*, se trouvent au milieu d'un amas confus de petites portions de matières qui semblent avoir été accumulées par un fluide qui les aura transportées, ou du moins roulées et mêlées ensemble. Ces couches remplissent le fond des vallées, et reposent presque toujours sur des roches stratifiées. Le *tuf*, roche formée par la recomposition de particules d'une roche primordiale ou stratifiée, les *conglomérats* ou brèches tertiaires, qui sont des compositions plus hétérogènes des fragmens de roches, réunies par un ciment

(1) *Dolomieu*, Journal de physique, 1794, p. 183.

de tuf, l'argile glaise, les sables, les graviers, telles sont les principales couches de ce genre.

Parmi ces couches, se trouvent les restes non pétrifiés de grands quadrupèdes aujourd'hui inconnus, et d'autres animaux analogues : c'est aussi là que s'étendent ces vastes dépôts de tourbe, qui sont les débris d'une végétation récente, mêlés avec de la terre bitumineuse. Les minéraux et métaux ne s'y rencontrent plus ni en filons, ni en couches, mais seulement en petites particules dissoutes et disséminées.

Terrains d'alluvion.

Dans ces terrains d'*alluvion* ou de *transport*, comme on les appelle d'une manière certainement trop vague, il paraîtrait tout simple que les couches d'une nature légère occupassent la surface, tandis que les matières plus pesantes seraient accumulées dans l'intérieur; mais les premières se retrouvent souvent de nouveau à des hauteurs considérables, de sorte qu'il y a dans les alluvions comme dans les stratifications, plusieurs ordres de successions. Ainsi, depuis le sommet du Mont-Blanc jusqu'aux marais de la Hollande et aux Landes de Lunebourg, la structure intérieure de la terre conserve constamment ce caractère compliqué, énigmatique, et qui, en échappant à nos raisonnemens, semble défier même notre imagination.

Outre les couches distinctes, la terre nous présente un grand nombre d'amas confus.

Amas de galets.

Tous les bords des rivières et des lacs, tous les rivages de la mer sont couverts de *galets* ou pierres arrondies par les flots qui les ont roulées, et qui souvent paraissent les avoir apportées de loin. Il y a de semblables amas de galets à de très-grandes hauteurs, auxquelles la mer actuelle ne semble avoir jamais pu atteindre. On en trouve dans les Alpes, à Valorsine, à plus de 1000 toises d'élévation, et à la montagne du Bon-Homme, à plus de [illegible] toises (1). Il y a des terrains sans élévation, comme la fameuse plaine de Crau, en Provence, qui sont entiè-

(1) *Saussure*, Voyage, § 690.

rement pavés de galets ; tandis qu'en Norvège, près Quedlie, des montagnes d'une hauteur considérable paraissent en être composées en totalité, de manière que les plus forts galets occupent le sommet et que leur épaisseur diminue à mesure qu'on approche de la base (1). On peut mettre au nombre des amas confus, la plupart d'*atterissemens* ou dépôts des matières charriées par les eaux et qui agrandissent les rivages, peut-être toutes ces immenses couches de sable qui couvrent le centre de l'Asie et de l'Afrique ; et en général, il est vrai de dire que beaucoup de couches tertiaires se rapprochent de la nature de ces accumulations confuses. C'est cette circonstance qui rend si incertaine la distinction qu'on doit pourtant établir entre les terrains d'alluvion, créés avant le commencement de l'histoire, et ceux que nous voyons encore se former sous nos yeux.

Laves ou éjections volcaniques.

Il y a des faits pourtant dont le caractère distinct laisse moins de prise à des hypothèses. Tels sont les produits reconnus des volcans, les *laves* dont les couches s'étendent par-dessus toutes les autres couches autour de la bouche qui les a vomies, comme autant de fleuves autour d'une source commune. Les noirâtres torrens de ces matières, fondues par les volcans actuels, présentent tantôt des masses informes, soit compactes, soit poreuses, tantôt ils offrent une apparence de cristallisation ou une séparation en tables ou en blocs, semblables à des boules ; souvent ils ne sont qu'un amas de scories ou de cendres ; dans ce dernier, les cendres réunies par un ciment forment des tufs volcaniques (2). Les couches qu'on remarque dans les laves, et qui sont ordinairement séparées par des assises de terre végétale, indiquent le nombre des éruptions volcaniques qui successivement ont donné naissance à l'écoulement de ces masses. Aucune de ces [illegible] rences n'est commune à ces fameuses substances con[illegible]

(1) *Bergmann*, Géog.-phys., I, 207.
(2) *Faujas Saint-Fond*, Essais de géologie, II, 413 *sqq.*

sous le nom de *basalte*, et que plusieurs naturalistes appellent *laves prismatiques*. Ces substances, toujours divisées en prismes, se montrent sous l'aspect d'une immense réunion de colonnes, tantôt élevées perpendiculairement, comme dans la grotte de Fingal et la chaussée des Géans, tantôt inclinées à l'horizon sous divers angles, comme dans le Vivarais; enfin couchées horizontalement, rangées comme un tas de bois, enfermées dans des filons, comme aux îles Féroë (1), ou libres et dégagées comme dans le cirque basaltique de l'île de Mull (2). Mais jamais les basaltes ne recouvrent en grandes masses un terrain tertiaire. Basaltes.

Les fragmens de granite et d'autres roches pures, jetés çà et là sur des terrains stratifiés et même sur des terrains d'alluvion, nous présentent encore un fait aussi indubitable qu'il est étonnant. Toutes les chaînes du mont Jura, toutes les montagnes qui précèdent les Alpes, les collines même et les plaines de l'Allemagne et de l'Italie, sont parsemées de blocs de granite, souvent d'une grande dimension et toujours d'une composition aussi pure, d'une aussi belle cristallisation que le granite des Hautes-Alpes (3). Le même phénomène se répète dans les plaines de la Russie, de la Pologne, de la Prusse, du Danemarck et de la Suède. Depuis le Holstein jusque dans la Prusse orientale, des terrains d'alluvion, de sable et d'argile sont couverts d'un nombre immense de blocs de granite. Près de l'île d'Usedom, plusieurs pointes de granite sortent du fond de la mer Baltique (4). Nous voyons de même la Scanie et le Jutland tellement remplis de ces fragmens, que l'on en construit des clôtures, des maisons et des églises; les blocs sont arrondis par l'action des pluies. Dans le Lym[illegible] golfe du Jutland, et à quelques points Blocs de rochers épars.

(1) Mémoires de la société d'histoire naturelle de Copenhague, voyez notre description des *îles Féroër*, vol. V de ce *Précis*. (2) *Faujas*, Géologie, II. (3) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1188 *sqq*. *Ferber*, *Dolomieu*, etc.

(4) *Wrede*, dans *Zach*, Correspond., V, 456.

de la côte occidentale de cette presqu'île, de grandes pointes granitiques sortent du fond des eaux. Mais ce qui est surtout remarquable, c'est de voir d'énormes masses de granite placées sur le sommet des montagnes calcaires de Rettwick, de Rœdaberg et d'Osmund qui ont près de 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et qui par conséquent sont au nombre des plus hautes montagnes du nord de l'Europe (1).

Si le phénomène dont nous parlons n'a pas été observé dans toutes les régions du globe, il faut peut-être chercher la cause dans le petit nombre d'observations que les voyageurs ont pu faire.

Conclusion. La structure du globe dont nous venons d'esquisser les grands traits, ne présente de toutes parts qu'une vaste ruine; les bouleversemens de la plupart des couches, la succession irrégulière de celles qui semblent être restées en place, l'étonnante variété qu'offrent la direction des filons et la forme des cavernes, l'immensité des amas confus de matière et le transport d'énormes blocs loin des montagnes dont ils paraissent avoir fait partie; tout, en un mot, nous fait déjà pressentir que l'histoire de notre globe remonte à des temps bien antérieurs à l'existence des générations humaines actuelles, et que les recherches nécessaires pour connaître seulement l'état présent de la croûte accessible à nos fouilles, exigeraient des siècles et une dépense plus que royale pour être amenées au point de former un ensemble scientifique.

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 265.

LIVRE TRENTE-UNIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances simples qui composent la partie solide de la Terre. Première section : Substances acidifères, terreuses et inflammables.

C'est à la chimie à examiner la part que prennent les gaz, les acides et les terres élémentaires dans la formation des substances non organiques dont se compose la croûte solide du globe dont nous venons de considérer les formes extérieures et intérieures. La minéralogie décrit, définit et classe ces substances ; la géologie disserte sur leur origine ; mais la géographie-physique, dont le but est de peindre la structure, la composition et les rapports physiques du globe, ne saurait être accusée d'envahir un domaine étranger, en traçant un aperçu général des substances qui forment les parties solides de la terre.

Définition des substances simples et aggrégées.

Ces substances sont ou *simples*, c'est-à-dire formées des mêmes élémens chimiques et ayant pour noyau la même molécule intégrante ; ou *aggrégées*, c'est-à-dire composées de deux ou plusieurs substances simples ; les premiers sont les *minéraux*, objets de la science minéralogique et cristallographique ; les seconds sont les *roches* et *terrains*, dont la géognosie s'occupe spécialement.

Classes de minéraux.

Nous distinguons *quatre classes* dans le règne minéral. La *première* comprend les *substances acidifères*, composées d'un acide uni à une terre ou à un alcali, et quelquefois à l'un et à l'autre ; à la *deuxième* appartiennent les *substances terreuses*, dans la composition desquelles il n'entre que [illegible] quelquefois unies à un alcali ; on place [illegible troisième] les *substances inflammables* non [illegible]ques, substances encore mal analysées, mais qui peuvent être distinguées par la propriété qu'elles ont de brûler en se décomposant, ou de s'évaporer. *La quatrième classe* renferme les *substances métalliques*, reconnaissa-

bles par leur brillant, par leur grande pesanteur spécifique, et en partie par leur ductilité sous le marteau (1).

Nous allons considérer les trésors du régne minéral, sous les points de vue de la géographie-physique, c'est-à-dire, en nous attachant aux genres les plus répandus dans la nature, et aux espèces les plus remarquables par leurs qualités physiques. En prenant pour base la terminologie de M. *Haüy*, nous la comparerons avec celle des autres minéralogues.

Chaux carbonatée.

La *chaux carbonatée*, c'est-à-dire, combinée avec l'acide carbonique, est ce qu'on appelait ordinairement *chaux aérée*, ou *spath calcaire*. C'est la substance minérale la plus abondante de celles qui existent à la surface du globe. Elle appartient à toutes les époques et à tous les sols. Dans les terrains anciens et primordiaux, non seulement elle entre parmi les principes constituans des roches, mais encore elle se présente solitairement en masses ou en bancs immenses, dont le caractère particulier est d'avoir une contexture lamellaire ou écailleuse, qui annonce une cristallisation confuse. Elle domine encore plus dans les terrains secondaires ou stratifiés dont plus de la moitié lui doit son existence. Elle se trouve dans les terrains tertiaires, associée à l'argile, et y constitue les marnes. A l'état de *craie*, elle forme de vastes couches, fréquemment suivies des bancs de *calcaire coquillier* qui est une coagulation de coquillages marins. On est donc tenté de regarder la craie comme une très-ancienne décomposition chimique des restes d'animaux marins (2). Il est certain que les madrépores et d'autres polybes des mers équatoriales, forment continuellement de la chaux en quantité considérable; le port de Bantam a été fermé en moins d'un siècle par [illegible] de corail, créées par les polypes (3). La chaux se rencontre encore

Craie.

(1) *Haüy*, Traité de minéralogie. Comp. *Brongniart*, *Delamétherie*, etc. (2) *Steffens*, Mémoires sur l'histoire naturelle intérieure, p. 26 (en all.). (3) *Blumenbach*, Histoire naturelle, p. 450. Comp. *Forster*, *Péron*, etc.

en cailloux roulés et en brèches, dans le sol de transport; et on la retrouve dans le sol volcanique, où elle a été mise à découvert par les explosions. Il y a pourtant des contrées où la chaux ne se montre pas, où du moins jusqu'à présent elle paraît très-rare; telle est la région voisine du cap de Bonne-Espérance (1), et la presqu'île granitique et volcanisée de Kamtchatka (2).

La chaux carbonatée, confusément cristallisée, forme les pierres à bâtir ordinaires. Lorsqu'elle est d'un grain plus fin, c'est la pierre de liais qui est le marbre des gens peu fortunés. A mesure que la chaux carbonatée en cristallisation confuse devient plus dure, et pour ainsi dire plus raffinée, elle se prête plus au poli et au ciseau du sculpteur; elle devient *marbre*. Le marbre blanc statuaire, que l'on tire de Carrare en Italie, en est la variété la plus pure. Les marbres colorés sont des matières calcaires, mêlées plus ou moins avec différentes substances étrangères. *Pline* a eu raison de dire : « Quel pays n'a pas son espèce de marbre ? » Cependant il paraît que les marbres deviennent plus rares, d'une cristallisation plus régulière, et d'un grain plus grossier, à mesure qu'on s'éloigne du milieu de la zone tempérée vers le pôle. Marbre.

Les cristaux de chaux carbonatée, sous le nom de *spath calcaire*, se trouvent dans toutes les cavités souterraines et dans tous les filons; ils ornent tous les cabinets de minéralogie. Infiltrée à travers les voûtes des grottes souterraines, cette substance forme les concrétions connues sous le nom de *stalactites* calcaires, et dans lesquelles la variété des positions et des figures offre à l'imagination du spectateur des illusions agréables ou bizarres. La *géode* est une concrétion dont l'intérieur vide est tantôt rempli de cristaux, tantôt [illegible] d'innombrables aiguilles. La concrétion [illegible]caire plus uniforme et plus abondante produit les masses connues sous le nom d'*albâtre calcaire*, qui diffère du marbre par une moindre pureté, Spath calcaire. Stalactites. Albâtre calcaire.

(1) *Thunberg*, Voyage, I, 216 (en all.). *Sparman*, Voyage, 412-618 (en all.). (2) *Georgi*, Description physique de la Russie, I.

par un certain degré de transparence et par la distribution des couleurs.

Incrustations.

Les *incrustations* formées par des eaux chargées de chaux carbonatée, ont donné lieu à dire qu'il y avait des *sources pétrifiantes*. On trouve de ces incrustations qui conservent exactement la figure des végétaux qui en ont été enveloppés, et dont la substance végétale s'est anéantie. C'est de la même manière que se forment les *tufs* ou sédimens calcaires dans les canaux et les lits des eaux chargées de cette matière.

Chaux phosphatée, fluatée, etc.

Les autres espèces de chaux jouent des rôles moins importans. Quelques variétés de la *chaux phosphatée* et *fluatée* donnent des cristaux colorés, qui ressemblent par leur aspect, aux pierres fines, tels que le *chrysolithe*, la *prime d'émeraude*, le faux *rubis balaï* et autres. La *chaux fluatée* sert souvent de gangue aux mines métalliques.

Chaux sulfatée.

La *chaux sulfatée* ou combinée avec l'acide sulfurique, est ce qu'on nomme vulgairement *gypse* ou pierre à plâtre, lorsqu'elle est mêlée de chaux carbonatée. Les cristaux s'appellent *sélénite* ou *pierre spéculaire*. Cette pierre divisible en lames brillantes et transparentes, servait chez les anciens en guise de verre pour les carreaux. Elle ressemble extérieurement au *mica foliacé* ou talc de Moscovie, dont cependant elle diffère absolument par sa substance. La chaux sulfatée compacte, à grains fins et serrés, d'une belle couleur blanche, est la substance qui, sous le nom d'*albâtre gypseux* ou *alabastrite*, a tant de fois offert aux poëtes un terme de comparaison pour exprimer la blancheur d'un beau cou ou de deux charmans bras. La chaux sulfatée se trouve le plus souvent sous la forme de monticules, et quelquefois par couches dans les terrains de seconde et troisième formation. Il paraît douteux s'il y en a de première formation. Les amas qu'on en trouve sur des montagnes [illegible] ont été produits par des causes postérieures (1). L'école de Werner

Albâtre gypseux.

(1) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, §§ 1206, 1226, 1259, 1951.

soutient la première opinion. Le nord de l'Europe et de l'Asie, est peu fourni de chaux sulfatée (1).

Barite. Strontiane.

La *barite* et la *strontiane* intéressent peu la géographie-physique, quoique la variété sulfatée de la dernière espèce donne les superbes cristaux qui tapissent les cavités des couches du soufre, dans les vals de Noto et de Mazzara en Sicile. Le rôle attribué à la *magnésie* dans la formation de certaines roches, n'est pas encore bien déterminé (2). La *magnésie sulfatée*, connue sous le nom de *sel amer* ou *sel d'Epsom*, se trouve dans beaucoup d'eaux minérales, existe dans toutes les eaux potables des environs de Montpellier, et elle effleurit quelquefois sur les schistes, où l'on peut la recueillir (3).

Magnésie.

Potasse nitratée.

La *potasse nitratée* est composée d'alcali végétal ou potasse, d'acide nitrique et d'eau de cristallisation. Elle est généralement connue sous le nom de *salpêtre* ou *nitre*. Il s'en forme journellement dans les endroits qui, comme les écuries, les étables et les caves, renferment des matières animales et végétales en putréfaction, ou reçoivent les émanations de ces substances. Il s'en dépose à la surface des vieux murs. Comme cette substance est recherchée pour la composition de la poudre à canon et de l'eau forte, on a formé des nitrières artificielles au moyen d'un mélange de matières végétales et animales.

Soude muriatée.

La *soude muriatée* ou *sel commun*, composée de soude, d'acide muriatique et d'eau, est répandue dans la nature avec une abondance proportionnée à son utilité. A l'état de cristallisation, elle est nommée *sel gemme* ou *sel fossile*; elle forme des masses immenses en Pologne, en Hongrie (4), en Autriche, en Bavière, dans le Hanovre, en Angleterre, en Espagne, et en général dans tous les terrains secondaires. Les eaux de la mer tiennent aussi en dissolution une grande quantité de soude muriatée; l'on

---

[illegible]ption physique de la Russie, V, 126.
[illegible]*jas Saint-Fond*, Géologie, II, 298 *sqq*. *Delamétherie*, Théo[illegible], p. 12. (3) *Chaptal*, cité par *Haüy*, Minéralogie, II, 336.
[illegible]*chtel*, Histoire du sel gemme [en all.].

en extrait de diverses manières. On laisse évaporer les eaux marines, tantôt dans des fosses par l'action de la chaleur solaire, tantôt dans des chaudières à l'aide du feu. Le *sel marin* a différens degrés d'âcreté et d'intensité. Certains lacs, rivières et sources, contiennent aussi du sel; ces eaux abondent surtout autour de la mer Caspienne, où le sol même est partout imprégné de sel. Les lacs salés se trouvent ordinairement parmi les collines de marne, d'argile, de chaux et de gypse (1).

Soude boratée. La *soude boratée* ou le *borax* est d'un grand usage surtout pour fondre et souder les métaux; mais on a disputé sur son origine. Il paraît qu'il se trouve formé par la nature, dans certains lacs et cavernes en Thibet, en Necpal, en Perse, en Tartarie, même en Saxe; mais il est aussi certain qu'on le produit par une méthode analogue à celle employée dans les nitrières artificielles (2). La *soude carbonatée*, vulgairement le *natron*, se trouve dans certains lacs de l'Egypte; dans celui de *Kis-Maria* en Hongrie, dans ceux des plaines au nord de la mer Caspienne. Il couvre quelquefois les plaines comme une efflorescence légère (3). L'*ammoniaque muriatée*, communément dite *sel ammoniac*, vient de l'Egypte et de la Perse; on le trouve en petites masses autour des volcans de Sicile et d'Italie; on en fabrique dans quelques pays de l'Europe. Mêlé avec de la glace pilée, il produit un froid artificiel qui, suivant *Macquer*, va jusqu'à 18 degrés de Réaumur. Tous ces sels paraissent abonder particulièrement dans des plaines enfermées de montagnes, et qui ont dû être les bassins des lacs aujourd'hui desséchés ou écoulés en partie. Le grand désert de Sahara paraît être un semblable bassin, couvert d'efflorescences salines, tandis que la région arrosée par le Niger, en est totalement dépourvue. En Amérique, le Brésil manque de sel, tandis que le Pa-

Soude carbonatée.

Ammoniaque muriatée.

(1) *Pallas*, Voyag., *passim*. *Georgi*, Descript. de la Russie, t. [illegible]

(2) *Fourcroy*, Élémens d'histoire naturelle et de chimie, to[illegible] p. 68. *Busching*, Introduction à la géographie, page 120.

(3) Voyages de *Townson*, de *Pallas*, etc.

raguay en abonde. En Europe, le sel est rare dans la Scandinavie et le nord de la Russie.

L'*alun* a pris, chez les auteurs modernes, le titre d'*alumine sulfatée alcaline*; cette substance ne se trouve isolée qu'en petite quantité; mais on la retire de certaines terres et pierres qui en sont imprégnées, ou des schistes et des pyrites, qui seulement en contiennent les principes. Alun.

L'*alumine* pure qu'on retire de l'alun, se distingue parmi les terres élémentaires, par sa tendance à s'emparer de l'eau. Elle est mêlée aux substances les plus dissemblables; elle entre dans la composition de l'argile commune, et dans celle de pierres gemmes orientales. On sait que ces pierres sont extrêmement difficiles à fondre.

Un missionnaire danois a rapporté du Groenland une substance, qu'on appelle *cryolithe*, et qui fond comme la glace à la flamme d'une bougie; c'est l'alumine fluatée alcaline de Haüy. Ces résultats si opposés de combinaisons, dans lesquelles domine pourtant une seule et même substance, doivent nous apprendre qu'une véritable théorie de la terre ne peut employer qu'avec une extrême circonspection les principes et les analyses chimiques. Cryolithe.

Passons aux substances terreuses. La première espèce qui s'offre à notre attention est celle du quartz-hyalin, ou du quartz proprement dit; elle a pour base la silice cristallisée; elle comprend des variétés très-différentes aux yeux du vulgaire; mais la méthode sévère de la minéralogie moderne, appuyée sur l'analyse chimique, rejette toutes ces fausses classifications, basées sur l'aspect extérieur. Quartz proprement dit.

Si le quartz-hyalin (1) se trouve en grains arrondis ou anguleux, sans cohésion, ayant une surface vitreuse, il est ignominieusement foulé aux pieds, il est prodigué dans les chemins publics; en un mot, c'est le *sable* ou le *gravier*, si ces petits grains sont réunis par un ciment Sable et gravier.

(1) *Haüy*, II, 407 *sqq*.

naturel, c'est le *grès* quartzeux. Roulée en petites masses arrondies, la même substance s'élève déjà au rang des cailloux cristallins. Enfin, lorsque ce même *quartz-hyalin* par une cristallisation plus régulière, joint une densité égale à une belle eau, c'est-à-dire, à une transparence limpide, il brille dans les cabinets des amateurs, sous le nom de *cristal de roche;* il orne les lustres, il sert même à des ouvrages de joaillerie. C'est à Madagascar qu'on trouve les cristaux en grandes tables les plus limpides (1); circonstances qui semblent confirmer la vérité des bruits recueillis par Hérodote et Pline sur l'abondance de cristal dans la Haute-Ethiopie. Violet ou pourpre, le cristal de roche est *l'améthyste* ordinaire, substance très-estimée et comptée parmi les gemmes; bleu, il est le *saphir d'eau* moins recherché; rose, le *rubis de Bohême* ou prime de rubis; jaune, la *topaze occidentale;* enfin, les cristaux de cette substance prennent les noms de gemmes auxquels ils ressemblent par la couleur.

Cristal de roche.

L'espèce du *quartz-agathe*, dont la silice concrétionnée fait la base et dont plusieurs minéralogistes continuent à faire un genre à part sous le nom de *silex* (2), renferme, entr'autres variétés, la *calcédoine*, qui est d'une transparence nébuleuse, bleuâtre ou grisâtre; la *cornaline*, qui a la couleur rouge et la demi-transparence de la cerise; quelquefois elle est d'un bel incarnat; la *chrysoprase*, d'un vert clair et tendre. On donne le nom d'*onyx* aux agathes de deux couches translucides de diverses couleurs. L'*agathe orientale* est distinguée par sa pâte très-fine et comme bouillonnée dans l'intérieur par plusieurs couches ondulées. La pâte du quartz-agathe, devenue moins fine, donne des *pierres à fusil*, des *pierres meulières*, et jusqu'à de vils cailloux. L'*enhydre*, célébrée par Pline, est un géode de quartz-agathe renfermant

Quartz-agathe ou silex.

Agathe orientale.

(1) *Rochon*, Recueil de mém. sur la physique, 155.

(2) Comp. *Haüy*, II, 439. *Bergmann*, Sciagraphia, I, 325. *Delamétherie*, Théorie de la terre, II, 136.

de l'eau que sa demi-transparence permet d'apercevoir. Il y a une variété de quartz qui surnage à l'eau jusqu'à ce qu'il en soit imbibé.

L'*opale* noble est un quartz-résinite laiteux, répandant de beaux reflets d'iris. On l'estime infiniment à cause de cette brillante apparence, qu'il doit cependant à ses imperfections mêmes, savoir aux petites fentes dont il est rempli. Morcelé, il n'offre plus cet agréable jeu d'optique (1). L'*hydrophane* ou la *semi-opale* devient d'une très-belle transparence lorsqu'on la plonge dans de l'eau. Opale.

Le *jaspe* est un quartz-agathe, empâté avec de l'argile ferrugineuse, qui lui communique diverses couleurs. On l'avait autrefois confondu avec le porphyre; mais on reconnaît aujourd'hui que le jaspe est d'une formation secondaire, et n'a rien de commun avec les roches porphyritiques primitives. En général, tous les quartz-agathes appartiennent aux terrains secondaires. Les couches de *silex* proprement dits, savoir des pierres à fusil, des pierres meulières et des cailloux ordinaires, quoique peu considérables par rapport au globe, offrent dans leur situation des particularités remarquables. Les couches de silex alternent le plus souvent avec celles de la craie; quelques naturalistes ont pensé que c'étaient les restes pétrifiés de certains animaux marins (2). De vastes régions du globe, comme par exemple la Sibérie et les plaines autour de la mer Caspienne, sont presque dépourvues de pierres à fusil ou silex pyromaque (3). Jaspe. Silex communs.

Le *quartz-hyalin*, sans former jamais à lui seul aucune montagne, abonde dans tous les sols; il est une des parties intégrantes de la plupart d'espèces de roches granitiques: en grains cristallisés, il entre dans la pâte de plusieurs roches porphyritiques; il fait la base d'un grand nombre de roches [illegible] fossiles. Ses cristaux occupent les Gisemens du quartz-hyalin.

(1) Voyez *Newton*, *Optice lucis*, l. II, page 2, et la Minéralogie d'*Haüy*, tome II, p. 456. (2) *Deluc*, *Théorie de la terre*, V, p. 53. (3) *Georgi*, Descript. de la Russie, III, 169.

cavités accidentelles de presque toutes les masses considérables des roches; ils en garnissent les parois en prismes transparens, qui ont jusqu'à trois décimètres, ou environ un pied de diamètre. On nomme ces cavités *poches* ou *fours à cristaux*. Le quartz-hyalin forme des filons, souvent très-puissans, qui traversent les montagnes primordiales; et ces filons, mis à découvert et devenus saillans par la dégradation des roches dans lesquelles ils étaient comme encaissés, ont pu faire naître l'opinion qu'il existait des montagnes uniquement composées de quartz. Il n'y a presqu'aucun terrain secondaire dans lequel on ne trouve du quartz commun ou informe, soit en masses et en veines, soit en cristaux.

Fours à cristaux.

Le quartz-arénacé, ou le sablon et le gravier, remplit, comme on sait, le fond du bassin de la mer; il couvre les bords des fleuves et même de vastes plaines très-élevées et fort éloignées de la mer : comme le désert de Sahara en Afrique, de Kobi en Asie, et autres. Ce quartz provient (du moins en partie), de la dégradation des roches granitiques primitives : les eaux courantes le charrient; et lorsqu'il est en petits grains légers et arrondis, les vents l'emportent d'un endroit à l'autre. Les collines alors se meuvent comme des flots; un déluge de sable inonde les champs voisins.

Gisement du quartz-arénacé.

Le quartz-arénacé fournit, par la fusion, une des substances artificielles les plus utiles, le verre, qui moins dur que les cristaux de quartz, peut devenir aussi transparent, et qui sert également nos besoins et nos plaisirs. Là, il brille en murs de cristal dans les palais; il réfléchit les charmes de cent beautés rassemblées; ici, dans la main du philosophe, il nous découvre les mondes qui roulent sur nos têtes dans les espaces célestes, et les merveilles non moins admirables que nous foulons sous nos pieds.

Nous passerons rapidement sur les diverses espèces de *pierres fines*, qui, presque toutes, sont composées d'alumine ou d'argile pure, comme les analyses de Bergmann

Pierres fines.

et de Klaproth l'ont prouvé. Dans la méthode d'Haüy, le nom de *corindon* comprend aujourd'hui une espèce dont la variété rouge est le vrai *rubis oriental* (1); la bleue; le *saphir* oriental, et la jaune, la *topaze* orientale. Les amateurs de pierres réunissent ces trois variétés sous la dénomination de *pierre gemme orientale*. Ce sont 98 parties d'alumine et 2 de fer, qui forment ces précieuses et brillantes substances. A l'espèce du *spinelle*, dont le métal nommé *chrôme* est le principe colorant, appartiennent le *rubis spinelle*, d'un rouge écarlate; le *rubis balais*, d'un rose faible; le *rubacelle*, qui tire sur le rouge jaunâtre; les spinelles sont moins dures et ont moins de jeu que les corindons. Les *topazes* limpides et transparentes de Sibérie; celles de Saxe, d'un jaune pâle; celles de Brésil, dont la couleur jaune est un peu roussâtre, sont mises par Haüy dans la même classe; le *rubis du Brésil* n'est qu'une topaze rouge (quelquefois rougie par le feu); *l'aigue-marine orientale* ou *saphir de Brésil*, est une topaze bleu-verdâtre; plusieurs *chrysolithes* appartiennent à la même espèce. La belle *émeraude* du Pérou, dont le vert pur flatte l'œil plus agréablement que l'éblouissant éclat de plusieurs autres gemmes plus parfaites, et l'*aigue-marine* occidentale ou ordinaire, pierre assez peu estimée, ont les mêmes bases, savoir, la silice, l'alumine, la glucyne et la chaux; mais le principe colorant est dans l'émeraude, le *chrôme*, et dans l'aigue-marine une faible quantité de fer. Les *grenats* de Bohême, d'un superbe rouge coquelicot, et ceux de Syrie, d'un violet pourpre, contiennent une très-grande quantité de fer, quelquefois plus d'un tiers ou même $\frac{2}{3}$; le grenat oriental est très-magnétique. Ce fer, chose singulière, ne nuit aucunement à la transparence de la gemme (2). La *cymophane*, connue sous les noms de *chrysoberille* et de *chrysolithe* orientale, est d'une couleur vert-jau-

Pierres gemmes orientales.

Spinelle.

Topaze.

Emeraude.

Grenats.

(1) Les lapidaires appellent *orientales* toutes les gemmes parfaites, *occidentales* celles qui le sont moins. (2) *Haüy*, II, 554.

nâtre, et approche en dureté et pesanteur du corindon.

Sur le diamant. On s'étonne peut-être de ce que nous n'avons pas encore nommé le *diamant*, ce roi des gemmes. La raison est que ce roi vient d'être détrôné. La chimie moderne a prouvé, par des expériences multipliées et décisives, que le diamant, loin de résister au feu, comme les véritables gemmes, se dissipe entièrement, sans laisser de résidu. Par conséquent, on classe aujourd'hui le diamant parmi les corps combustibles, à côté du soufre, du succin, des charbons de terre. Il paraît que la substance du diamant est du carbone pur. Comme toutes les pierres fines, le diamant semble n'abonder qu'aux Indes orientales et dans l'Amérique méridionale. Les métaux précieux semblent également appartenir plus spécialement aux régions équatoréales.

Feldspath. En passant sous silence quelques espèces moins intéressantes, nous considérerons le *feldspath*, substance composée principalement de silice, ensuite d'alumine, de chaux, de potasse; s'il est coloré, c'est par l'oxide de fer. Il raye le verre, est phosphorique et étincelle sous le briquet. Le feldspath domine dans tous les terrains primitifs, y forme la base d'une multitude de roches et entre au moins pour les deux tiers dans la masse de tous les granites (1). Mais il constitue même à lui seul des terrains très-étendus. *Guldenstedt* nous apprend que le feld-spath, soit pur, soit mêlé de quartz grenu, forme ce vaste plateau de roches qui s'étend de deux côtés des cataractes du Dnieper; les fossés du fort de Sacharowa sont taillés dans le feld-spath vif (2). C'est aussi à cette substance que les roches porphyritiques doivent les taches distinctes qui relèvent le fond de leur couleur; mais rarement ces roches le présentent sous des formes régulières. Les beaux cristaux de feldspath, soit opaques et colorés, soit limpides et transparens, occupent des filons

(1) *Dolomieu*, cité par *Haüy*, II, 608.
(2) *Georgi*, Russie, III, 179.

ou des cavités renfermées dans les montagnes primitives, et ce sont les Alpes-Lombardes qui ont fourni le que les cabinets de France renferment de plus parfait en ce genre. Mais les plus beaux cristaux de feldspath, qui joignent à une belle couleur verte un grand degré de transparence, se trouvent en blocs de transport dans les stepps des Kirguis, d'où les Buchariens l'apportent à Semipalatnoi (1). Ce sont encore les montagnes de la Sibérie, vers le lac Baïkal, qui ont fourni ces grandes lames de feldspath azuré dont le palais de Czarskoselo est orné. Il paraît donc que cette roche abonde plus encore dans les Alpes d'Asie que dans celles d'Europe. Au contraire, l'Amérique n'en paraît pas abondamment fournie.

Feldspath décomposé.

Cette substance, même décomposée, joue encore un rôle important. On la retrouve en grandes couches depuis les monts Uraliens jusqu'au Kamtchatka. Parmi les deux substances dont les Chinois se servent pour faire leur porcelaine, l'une, nommée *petunzé*, est un feldspath laminaire blanchâtre; l'autre, appelée *kaolin*, est un feldspath argiliforme, c'est-à-dire, qui a passé par la décomposition de l'état de pierre à celui d'une argile très-friable, sans cohésion, se délayant dans l'eau, d'une belle couleur blanche, et à elle seule infusible; mais le petunzé fait office de fondant. On se sert de ces mêmes substances dans les fabriques de porcelaine en Europe.

Pétrosilex.

Le nom de *pétrosilex* (2) a été donné à plusieurs substances très-répandues dans la nature; mais il paraît qu'il règne encore une grande confusion dans cette subdivision du règne minéral. Le *hornstein* de Werner, ou *keratolite* de Delamétherie, et le pétrosilex secondaire ou *néopètre* de Saussure (3), paraissent être une seule et même substance, appartenante aux quartz-agathes gros-

(1) *Pallas*, Nouv. mémoires du Nord, V, 309. *Bindheim*, Analyse, etc., dans les Mém. des naturalistes de Berlin, vol. XI.

(2) *Petrosilex*, mot latin qui correspond aux mots *fels-kisel* en allemand, *berg-flint* en danois, *helle-flinta* en suédois; tous ces mots disent *silex de roche*. (3) Voyages, § 1194.

siers et aux terrains secondaires ; mais le véritable *pétrosilex* compacte demi-translucide, qui se trouve en Suède (1), en Norvège, en Suisse, et en général dans tous les terrains primitifs, paraît se rapprocher du feldspath (2). Cette roche forme à elle seule des montagnes considérables, tant dans les Alpes que dans la chaîne Uralienne ; ici, il se trouve rarement en blocs de transport et en cailloux roulés.

Amphibole autrefois Hornblende.

L'*amphibole*, moins répandu que le feldspath, n'en tient pas moins un rang distingué parmi les substances qui composent les roches primitives ; il domine dans le *grunstein* ; il forme, avec le feldspath, les *trapps* primitifs, différens des basaltes ; il entre dans la composition du *syénite*, roche souvent très-voisine du granite. Il forme aussi à lui seul des masses considérables. Les cristaux d'amphibole, d'Europe, se rencontrent le plus fréquemment enveloppés dans les matières rejettées par les volcans ; en Sibérie, le voyageur Laxman a trouvé, près du lac de Baïkal, de l'amphibole cristallisée en petites colonnes prismatiques, à quatre grands pans et trois petits ; on l'avait d'abord nommé *baikalite* (3).

Mica.

Le *mica*, substance remarquable par son brillant métallique, se distingue du *talc*, parce qu'elle a simplement une surface lisse ; et non pas, comme le talc, une onctuosité très-sensible au toucher. La variété du mica, qui est en grandes feuilles et transparent, lorsque ses lames ont peu d'épaisseur, s'appelle mal à propos *talc de Moscovie* ; il est aussi connu sous le nom latin de *glacies Mariæ* : les Russes, surtout en Sibérie, le substituent au verre pour garnir les fenêtres (4) ; mais il se salit vite, et perd en partie sa transparence lorsqu'il est exposé à l'air. Une autre variété du mica en paillettes, d'une cou-

Verre de Moscovie.

(1) *Wallerius*, Système minéral, tome I, page 283. (*Petrosilex æquabilis*, Spec. 122.) (2) *Haüy*, IV, 385. *Delamétherie*, II, 203.

(3) *Severgin*, Nov. act. Petropol. 1791, p. 307. *Crell*, Annal. chim., 1793, II, 21.

(4) *Patrin*, Hist. nat. des minéraux, tome I, page 71.

leur jaune-d'or ou blanc-argentin, est connue de tout le monde sous les noms ridicules d'*or de chat* et d'*argent de chat*. Le sable doré et la *poudre d'or* que les papetiers emploient pour brillanter divers ouvrages, n'est que du mica en petits fragmens.

Le *mica*, dit *Dolomieu* (1), appartient essentiellement aux terrains primordiaux où il a pris naissance au milieu de la cristallisation confuse par laquelle les roches ont été constituées. Celui qui est empâté dans certaines substances pierreuses des terrains secondaires, y a été transporté depuis la destruction des roches qui le renfermaient; et d'autant plus facilement, que ses parcelles, minces et légères, étaient susceptibles d'être charriées par les eaux qui les ont déposées avec d'autres sédimens d'une nature analogue. Les débris de mica se trouvent aussi, par transport, dans les couches de grès et de schiste, qui alternent ordinairement avec celles de houille. Ses parcelles sont encore assez souvent disséminées dans les sables de dernière formation; ainsi, il existe en différens états dans les terrains de toutes les époques. Il paraît que dans le midi de l'Europe, si bien observé par *Dolomieu*, le mica se trouve rarement cristallisé à part, que dans les roches il ne forme point de lames d'une étendue sensible, et que même dans les filons ses lames n'ont guère que quelques pouces de largeur: mais tous les rapports confirment qu'on le trouve en Russie, en Sibérie et dans la Songorie, en lames et en masses, quelquefois de plus de deux aunes en carré. C'est dans les montagnes granitiques, voisines des rivières de Mama et d'Aldon, que l'on exploite le mica; il se trouve par nids, se montre quelquefois au jour, mais plus souvent il est couvert d'une couche de talc (2). Près le lac Baïkal et dans les monts Ural, on rencontre au milieu du granite des amas ou nids de lamelles rhomboïdales et hexagones de mica transparent. C'est un véritable phénomène de géographie-physique que

Gisement du mica.

(1) *Haüy*, Minéralogie, III, 214. (2) *Gmelin*, dans *Georgi*, III, 238.

cette cristallisation plus libre du mica dans les régions septentrionales.

Talc. Le *talc* (1), qui diffère du mica par l'onctuosité de sa surface au toucher, a aussi une moindre dureté; il ne raye pas même la chaux carbonatée : il est facile à racler avec un couteau. D'un autre côté, il diffère de l'argile savonneuse, en ce que, mis dans l'eau, il n'y forme point de pâte et ne happe point à la langue. Le *talc de Venise*, qui abonde dans le Tyrol et la Valteline, est d'un blanc verdâtre, argentin et divisible en des lames minces, transparentes et flexibles; il donne une poudre qui rend la peau lisse et qui est employée comme cosmétique. Le talc écailleux est connu sous les noms de craie de Briançon. Le *stéatite*, c'est-à-dire, *pierre de lard*, est le *talc graphique* de Haüy; c'est la matière de ces petites figures qu'on nous apporte de la Chine, et que leur aspect grotesque a fait appeler *magots*, par allusion à l'espèce de singe qui porte le même nom. Le *talc ollaire*, qui se laisse tourner aisément, est façonné en marmites.

Gisement du talc. Cette substance appartient en même temps aux terrains primitifs et aux terrains secondaires; mais il est moins commun dans ceux-ci. Selon Dolomieu, il provient quelquefois de la décomposition des roches serpentines, et il occupe alors des fentes où les produits de cette décomposition s'étaient rassemblés. Cependant Dolomieu regarde le talc comme formé long-temps après les roches granitiques. Il forme à la vérité des bancs très-étendus; mais alors il n'est plus pur ni homogène. Le talc le plus pur se trouve en rognons, engagés dans les roches micacées. Le *talc chlorite* ouvert semble quelquefois avoir pénétré par infiltration dans les filons des roches primitives; il est coloré par le fer; en Corse et près de la Mer-Blanche (2), on en trouve du feuilleté qui est tout pénétré de petits cristaux éclatans de fer. *La terre verte*

(1) *Talc*, pierre grasse au toucher et à la vue, de *talg*, suif, en dan., suéd., allem. (2) *Laxman*, dans *Georgi*, III, 214.

de Vérone, qui sert dans la peinture, est une variété de talc chlorite; elle a pour support des couches de lave compacte, dans les cavités de laquelle elle s'est introduite par infiltration.

Nous nous voyons obligés de passer rapidement sur plusieurs espèces intéressantes, telles que la *tourmaline*, ou le *schorl électrique*, qui est remarquable par sa très-forte électricité, en deux points opposés; chauffée, elle attire ou repousse des corps légers, tels que les grains de cendre (1); la *lazulite*, ou le saphir des anciens (2), qui donne cette superbe couleur de *bleu d'outremer*, dont cependant la force inaltérable, à côté des autres couleurs plus ou moins fondues et radoucies par l'effet de l'air, rompt un peu l'harmonie dans les tableaux; une foule de pierres, auxquelles on a successivement donné le nom de *zéolithe*; le *jade* ou néphrite, qui se rapproche du talc; l'*idocrase*, autrement la *Vesuvienne*; l'*amphigène* de Haüy, autrement *leucite* ou grenat blanc; l'*émeraudine* (*dioptaze* de Haüy), qui, par sa belle couleur verte due au cuivre, joue l'émeraude; enfin une foule d'autres qu'il serait trop long de nommer. Terminons ce coup d'œil sur les substances terreuses, par quelques mots sur le fameux *asbeste*.

Tourmaline.

Lazulite.

Jade.

Cette substance, appelée aussi *amianthe*, paraît être un produit de la décomposition des roches primitives, parmi lesquelles il se trouve le plus souvent. Il occupe surtout les fentes et les cavités des roches stéatiteuses, serpentineuses et autres pierres abondantes en magnésie. L'asbeste, qui se trouve dans les montagnes de la Tarantaise, en Savoie, y forme des filamens soyeux de plus de trois centimètres, ou environ un pied de longueur. Les personnes peu instruites ont beaucoup de peine en voyant une touffe séparée de cet asbeste, à se persuader que c'est réellement une pierre et non pas une

Asbeste ou amianthe.

(1) Minéralogie de *Haüy*, III, pages 44-58. (2) *Bayer*, Dissert. de Sapphiro. *Beckmann*, Hist. des inventions, III. 182 *sqq*.

belle soie blanche. L'asbeste abonde en Corse ; Dolomieu s'en servit, au lieu de foin et d'étoupes, pour emballer d'autres minéraux. *Ciampini* dit que le plus long asbeste qu'il a vu, venait des Pyrénées (1). Il abonde dans les monts Ural et au Grœnland. En Corse, on mêle l'asbeste dans l'argile, dont on fabrique de la poterie ; celle-ci devient moins cassante et plus capable de résister à l'alternative subite du chaud et du froid. Les anciens filaient l'asbeste et en faisaient des nappes, des serviettes, des coiffes. Quand ces pièces étaient sales, on les jetait au feu, qui ne détruit point la substance de l'asbeste ; on les en retirait plus blanches, que si elles avaient été lavées. Dans les pompes funèbres des rois et des empereurs, on enveloppait le cadavre avec des toiles d'asbeste, avant de le mettre sur le bûcher ; ainsi l'on en obtenait séparément les cendres augustes (2). Dans les temps modernes, les Russes seuls ont essayé, avec succès, de filer l'asbeste ; les habitans du mont Ural ont encore conservé quelques restes de cette industrie frivole (3). Le papier indestructible, tiré de cette substance, a paru plus utile. On fait aussi avec l'asbeste des mèches à lampes qui s'imbibent d'huile facilement et brûlent avec une flamme assez vive (4). Le père *Kircher* fit usage pendant plus de deux ans d'une pareille mèche, sans qu'elle parût s'être altérée ni raccourcie ; mais l'ayant perdue par accident, il ne pouvait pousser plus loin son expérience. Peut-être la fable des lampes sépulcrales inextinguibles, est-elle due à l'emploi de mèches semblables.

Emplois de l'asbeste.

Parmi les substances inflammables, le *soufre* s'offre naturellement le premier à notre pensée. Celui qui s'est cristallisé par action d'un liquide, se trouve engagé par veines ou par bancs dans le chaux sulfatée ou dans l'ar-

Soufre.

(1) *De lino incombustibili*; Romæ, in-4°, 1691, pag. 5 et 6.
(2) *Pline*, Histoire nat., liv., 19, ch. 1. (3) *Bruckmann*, Magnalia dei in locis subterri, II, 955. *Georgi*, III, 244. (4) *Egede*, Relation du Grœnland (en danois).

gile. Ces couches souvent très-puissantes, avoisinent celles du sel gemme. Les cristaux de soufre garnissent quelquefois l'intérieur des géodes calcaires ou même quartzeuses. A l'égard du soufre formé par sublimation, on le trouve en poussière, en masses striées ou même en cristaux, à la bouche de plusieurs volcans, tels que l'Etna, le Vésuve, le mont Hecla. Il se forme aussi du soufre par la putréfaction des matières animales. Plusieurs substances, entre autres les pyrites sulfureux, sont imprégnées de soufre. On ne saurait douter que les acides sulfureux et sulfurique, n'aient joué un rôle dans la fermentation primitive des élémens; mais rien dans l'ordre actuel des choses, ne nous éclaire sur ces mystères de la nuit et du chaos.

Nous avons déjà parlé du *diamant*, auquel la sévère justice de la chimie moderne assigne une place parmi les substances combustibles. L'*anthracite*, substance semblable à la houille, chargée de matière pierreuse et d'une combustion difficile, paraît avoir pour base le même principe que le diamant, savoir, le carbone pur, mêlé accidentellement avec de la silice et du fer. L'anthracite appartient exclusivement aux terrains primitifs, et y forme des masses considérables. Ainsi, comme *Dolomieu* l'observe (1), « le carbone ou principe charbonneux existe » dans la nature indépendamment des animaux et des » végétaux, desquels on ne trouve aucune trace dans le » sol primitif. » Ajoutons que le soufre a aussi dû exister avant les corps organisés, puisqu'on en trouve dans les granites, comme *Delamétherie* l'observe (2). *Deluc* vient d'exprimer la même opinion par rapport à la terre calcaire primitive (3). On semble tous les jours plus disposé à admettre la préexistence formelle de tous les élémens qui entrent dans la composition du globe, tandis qu'une mau-

Anthracite.

Sur le carbone en général.

(1) Journal des Mines, n° 29, pages 338 et 339.
(2) Théorie de la terre, II, p. 250. (3) Journal de physique, 1803.

vaise logique les voudrait représenter comme étant en totalité les résidus d'animaux ou de végétaux. Disons plutôt que le mouvement organique de la nature, dirigé en deux sens différens, a fait naître d'un côté les roches calcaires, les substances alkalino-terreuses et les animaux, de l'autre les substances quartzeuses et bitumineuses et les végétaux, en mettant constamment en œuvre les mêmes élémens ou leurs produits; mais en passant toujours d'une organisation générale et imparfaite à une autre plus individuelle et plus parfaite, et s'en élevant de la roche au diamant, du molybdène à l'or, de la méduse au coquillage, et du polype à l'homme.

Les huiles élémentaires existaient sans doute aussi avant les végétaux. Le rôle qu'elles jouent dans la nature, est digne de toute notre attention.

Bitume pétrole. Le *bitume*, à l'état de liquidité, porte communément le nom de *pétrole*, lorsqu'il est d'une couleur brunâtre; et celui de *naphta*, lorsqu'il est blanc et transparent. Il s'infiltre à travers les terres et les roches qui en restent imprégnées. On en a des sources; celles près Baku en Perse, sont célèbres. Il flotte quelquefois comme une huile sur la surface des eaux; on dit qu'il y a un lac de ce genre en Mésopotamie. Enfin, dans le duché de Parme, c'est avec des seaux qu'on le retire des puits, creusés exprès dans la terre. La même substance, en se desséchant, passe à l'état de bitume glutineux, nommé aussi *malthe*, *poix minérale* ou *pissasphalte*, et à celui de bitume solide; dans ce dernier état, il est appelé *asphalte*, et donne son nom au lac Asphaltite dans la Palestine. Il paraît qu'une fermentation souterraine détache d'une couche de bitume solide, située sous le lac, ces croûtes d'asphalte qu'on y voit nager à sa surface. Le bitume glutineux se trouve entr'autres en France, dans l'Auvergne, à l'endroit nommé *le Puy de la Pége* (1), où il

Asphalte.

(1) *Lémery*, Dictionn., page 602. Le nom de la *Pége* vient sans doute du latin *pex*, *picis*, la poix.

recouvre la terre et s'attache aux pieds des voyageurs, qu'il gêne et retarde dans leur marche. En Perse, au Japon, et dans divers autres pays, on emploie le bitume liquide comme huile de lampes. Les Persans et les Turcs le mêlent à leur vernis pour lui donner de l'éclat. Les murs de Babylone étaient bâtis à l'aide d'un ciment dans lequel il entrait du bitume. *Rouille* a conclu de ses expériences sur les momies, que les Egyptiens employaient le bitume dans leurs embaumemens.

Houille ou charbon de terre.

La *houille* ou le *charbon de terre*, paraît être un bitume uni à une base terreuse. La plupart des naturalistes regardent la houille (et il faut en dire autant des autres substances bitumineuses) comme étant en grande partie un produit du règne végétal et animal. Cette origine paraît d'abord indiquée par les nombreux débris des corps organisés, surtout d'animaux marins très-reconnaissables, qui se trouvent dans les mines de houille, par des empreintes de différentes plantes, surtout de la famille des fougères, dans les argiles schisteuses qui forment le toit de ces mines, enfin par des bois encore en partie dans leur état ligneux, en partie bituminisés; de manière que l'on suit, pour ainsi dire, l'échelle de la génération des houilles de degré en degré. L'analyse chimique prouve que les houilles donnent les mêmes produits que les corps organisés, savoir : l'hydrogène, l'oxigène, le carbone, l'azote et un résidu terreux.

Gisement des houilles.

La houille se trouve en France et en Angleterre, le plus souvent sur les confins des terrains primitifs avec le sol secondaire, d'où l'on a conclu que les bancs de cette substance étaient des *dépôts littoraux*, faits par l'ancienne mer le long des bords de l'ancienne terre; les fleuves auraient charrié des arbres, des plantes, des cadavres d'animaux vers la mer, qui les aurait rejetés vers ses anciens bords et les aurait agglomérés en bancs et amas; là, ils seraient entrés en décomposition et en combustion. Les mines de charbon doivent donc se trouver disposées autour des noyaux les plus élevés de la terre nouvelle ou

actuellement existante, lesquels ont été les îles de l'ancien Océan. Telle est entr'autres la disposition des mines de houille autour des montagnes de Hartz, décrites par *Lehmann* (1). Mais la simplicité de cette théorie ne satisfait point aux circonstances compliquées qui accompagnent les gisemens des houilles. Les nombreuses couches de grès, de schiste et de chaux, qui ordinairement séparent celles de houille (2), nous démontrent que cette dernière substance a été formée à plusieurs reprises dans un fluide, et peut-être en partie à une époque où les végétaux et les animaux actuels n'existaient pas encore. Dans quelques endroits, *Delamétherie* dit que les lits intermédiaires qui séparent les couches de houille, conservent, ainsi que celles-ci, un parallélisme constant entre eux. Ce parallélisme est d'autant plus remarquable, qu'il y a des couches de houille qui ont à peine quelques lignes d'épaisseur, quoique souvent d'une étendue de plusieurs lieues. On en conclut avec assez de probabilité que ces couches ont dû se former dans des lacs intérieurs, et se cristalliser dans des eaux tranquilles (3). Cependant on observe d'autres couches de houille qui ont été bouleversées. Près de Valenciennes des couches verticales, ou presque verticales, sont recouvertes par une superposition alternative des couches parallèles à l'horizon (4).

Parallélisme des couches de houille.

La grande étendue des couches de houille, offre un autre sujet de méditation; elles semblent passer sous les bassins des mers actuelles.

Houilles sous-marines.

Dans l'île danoise, *Bornholm*, qui est composée de terrains calcaires et schisteux, de formation secondaire, on trouve une puissante couche de houille qui vient de la mer Baltique, passe sous l'île, et s'étend de nouveau *sous la mer* vers les côtes opposées de la Scanie, province

(1) *Desmarets*, Nouv. Encyclopédie, *Géog.-physique*, art. *Rouelle*.
(2) *Duhamel*, Extrait d'un mémoire, etc. Journal des Mines, VIII, 53. (3) *Delamétherie*, Théorie de la terre, V, page 39.
(4) *Baillet*, Inspecteur des Mines, cité par *Haüy*, Minéral., III, 520.

de Suède. Cette couche, dont l'épaisseur n'est point connue, peut avoir 5 à 7 lieues en longueur, et plus d'une lieue en largeur (1). On pouvait conclure, d'après la direction apparente de la couche, qu'elle devait également s'étendre sous le terrain schisteux secondaire, qui, en Scanie, forme une bande de sud-est à nord-ouest, dans la même direction que la couche de houille sous-marine. En effet, on découvrit d'abord à *Andrarum* des schistes alumineux, et on vient de retrouver à Hoganess, sur les bords du Sund, la couche de houille.

Houilles situées dans les basaltes.

C'est enfin une chose très-remarquable que la houille, cette substance si facilement inflammable, se trouve recouverte par des matières qui, si elles ne sont pas un produit des volcans, semblent du moins devoir leur origine à une fusion provoquée par une forte action du calorique. L'exemple le plus frappant de ce gisement de la houille, n'a pas encore été examiné avec le soin convenable. Les îles de *Féroër*, qui semblent n'être que des masses de basalte, qui s'élèvent à pic du sein de la mer et à une hauteur de 300 toises, contiennent une puissante mine de houille tirant sur la variété nommée *charbon sec*. Elle se trouve dans l'île de Suderoe ; et d'après les descriptions, elle semble avoir à la fois pour toit, mur et support, des basaltes, des trapps ou des pierres qui s'approchent de ces deux espèces (2).

Toutes les substances bitumineuses exercent singulièrement la sagacité des naturalistes qui, même en découvrant les élémens dont elles se composent, ne sauraient en expliquer l'origine. Le *jayet* se trouve si diversement décrit, qu'on ne saurait dire si c'est un bois fossile ou un asphalte durci. Le *bitume élastique* qui se trouve en Angleterre près Castleton, dans le Derbyshire, paraît d'après les recherches de deux savans naturalistes (3), être une

Jayet.

Bitume élastique.

(1) *Mémoires de la Société d'économie rurale de Copenhague* (en dan.), I, p. 455-496. (2) Mémoires de la société d'histoire naturelle de Copenhague, *voyez* ci-après vol. V de cette géographique, article *Féroër*. (3) *Delamétherie*, Journal de physique, XXXI, p. 311. *Faujas Saint-Fond*, Annales du Muséum d'histoire naturelle, I, 261 *sqq*. *Mawe*, Minéralogie du Derbyshire, VIII, 80.

substance identique avec la *cahoutchou* ou gomme élastique, qui fournissent certains arbres du Pérou ; ce cahoutchou fossile, transporté à une si grande distance des climats chauds, dans lesquels il a dû naître, semble donc fournir une nouvelle preuve des étonnantes révolutions qu'a dû subir notre globe. Toutefois, l'état de dureté dans lequel se trouvent des portions de bitume, en rend encore la nature incertaine.

Succin ou ambre jaune.

La plus célèbre de toutes les substances bitumineuses, est sans contredit le *succin* ou l'*ambre jaune*. Nous avons vu quel rôle les *îles au succin*, les *Electrides* jouaient dans l'histoire des anciennes traditions géographiques, et que l'on peut, avec une égale probabilité, chercher ce pays de l'ambre jaune dans les Asturies, où cette substance abonde dans des couches de houille (2) et dans la Prusse orientale, où la mer Baltique en rejette des morceaux sur le rivage, et où jadis les pêcheurs en retiraient une quantité dans leurs filets (3), tandis qu'aujourd'hui c'est l'exploitation régulière des collines de sables voisines de la mer qui fournit la plus grande quantité de ce fossile (4). On vient même de trouver à douze milles d'Allemagne des bords de la mer, à Schleppacken, le plus grand morceau d'ambre jaune qui soit connu : il pèse 13 livres et demie ; on le conserve dans le Muséum royal de Berlin (5). Après la Prusse, c'est la Poméranie orientale qui fournit la plus grande quantité de succin ; on l'y exploite également par carrières (6). En général, toute la plaine qui borne au sud la mer Baltique, offre du suc-

(1) *D. Casal*, Histoire médicale des Asturies, dans les *Annales des voyages*, VIII, 80.

(2) *Boet.* De lapid. et gemmis, l. II, p. 159. *Hartmann*, succini Prussici historia physica, etc. Francfort, 1677, etc.

(3) *Hasse*, la Prusse, le pays d'ambre jaune et le paradis ; Kœnigsberg, 1799.

(4) *Kant*, Géographie-Physique, VII, 154 (supplément).

(5) *Erennus*, Journal littéraire de Berlin, janvier, 1802, p. 15. Téor., p. 142, *Ruhs*, Mémoires de Poméranie, I, cah. IV, p. 399.

cin ordinairement dans les couches de sable et d'argile, quelquefois au milieu de la houille imparfaite (1) ; ces dépôts de succin s'étendent depuis la Livonie et surtout depuis la Courlande jusqu'aux côtes occidentales du Sleswick, où peut-être les Phéniciens achetaient cette substance jadis si recherchée (2).

Origine de l'ambre jaune.

Le gisement de l'ambre jaune, les qualités physiques et chimiques de cette substance qui paraissent la rapprocher des gommes résineuses ; les insectes qui s'y trouvent renfermés comme dans une prison de cristal, tout, en un mot, semble nous conduire à regarder ce fossile comme un suc qui aurait coulé d'un arbre, et qui, enfoui dans la terre, par l'effet de quelque bouleversement, se serait imprégné de vapeurs minérales, et aurait pris de la consistance (3).

Mais comme le copal, seule espèce de gomme connue qui ressemble au succin, nous est apporté de l'Afrique et des Indes orientales, il paraît que les forêts où naquit le succin, n'ont pu exister aux environs de la Baltique, qu'autant qu'il y régnait une température très-élevée. Ainsi ces petits cristaux fragiles, qui au premier abord ne semblent qu'un frivole objet de curiosité, deviennent autant de monumens des bouleversemens qu'a éprouvés notre planète.

---

(1) *Seetzen*, Magasin minéralog. de M. *Hoff*, I vol., 4° cahier, p. 406. (2) *Heinze*, Nouveau magasin de Kiel, II, 357 *sqq.* (d'après les mémoires de l'Académie des sciences de Copenhague).

(3) *Fourcroy*, Élémens d'histoire naturelle et de chimie (édit. de 1789), III, 443.

LIVRE TRENTE-DEUXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances simples qui composent la partie solide du Globe ; deuxième Section : des Métaux.

Vues générales sur les métaux.

Les seuls minéraux qui nous restent à considérer, sont les métaux, substances dont l'éclat, la grande pesanteur, la densité, la ductilité et la fusibilité frappent les minéralogistes et les cristallographes ; substances qui, tantôt signes représentatifs des produits de l'industrie, tantôt instrumens utiles ou redoutables de nos arts et de nos passions, doivent être soigneusement remarquées dans la description des états politiques ; mais qui intéressent particulièrement la géographie-physique par les rapports intimes qu'elles ont avec deux grandes forces de la nature, l'électricité et le magnétisme. La connaissance des faits n'est pas assez avancée pour qu'on puisse discuter avec fruit les audacieuses hypothèses de quelques naturalistes danois et allemands, qui prétendent deviner par analogie la théorie des phénomènes électriques et magnétiques observés dans les métaux, et qui même ont osé en conclure que le noyau solide du globe était une masse métallique, dont toutes les substances minérales quelconques ne seroient que des oxides (1). Cette théorie, encore remplie de lacunes auxquelles on supplée par des analogies très-incertaines, acquiert à la vérité quelque intérêt en la rapprochant des nouvelles expériences du célèbre *Davy*, qui semblent annoncer la nature métallique d'une foule de substances en apparence terreuses et alcalines. Il faut attendre les progrès ultérieurs de ces

(1) *Steffens*, Histoire intérieure de la nature. *Schelling*, Théorie de l'univers. *Id.* Journal de physique spéculative, I, cah. 2. *Ritter*, le Syderisme, etc.

intéressantes recherches, avant d'en faire des applications à la théorie de la terre. Mais tous les savans doivent s'accorder à considérer le gisement et la distribution des métaux comme un objet digne de toute notre attention et des recherches les plus soigneuses. La géographie physique ne saurait se dispenser de porter ses regards sur cet objet, et si nous y donnons une certaine extension, nos lecteurs verront dans la suite qu'il en résulte des avantages, même pour l'étude de la géographie-politique. Nous classerons les métaux d'après leur pesanteur spécifique.

Le platine.

Le *platine* a resté inconnu ou négligé jusqu'en 1735; don *Ulloa*, géomètre espagnol, qui accompagnait la Condamine et Bouguer dans leur voyage, pour mesurer un degré au Pérou, y ayant trouvé ce métal, annonça sa découverte dans la relation de son voyage. Le platine n'a été trouvé jusqu'ici que dans les mines d'or d'Amérique, particulièrement dans celles de Santa-Fé, près de Carthagène, en Castille d'or, et dans celles de Choco, au Pérou. On nous l'apporte en petits grains, mêlés avec des paillettes d'or, du sable ferrugineux et quelques molécules de mercure. Celui qui a été apporté en Europe, contient trois ou quatre minéraux étrangers (1). C'est le moins fusible de tous les métaux. Pour le fondre en lingots, on l'allie avec l'arsenic; cette substance rend le platine très-fusible, et on l'enlève ensuite par le grillage. Mais ce procédé expose l'artiste à des vapeurs, dont le danger est malheureusement trop connu. C'est avec le platine qu'ont été frabriquées les règles employées pour mesurer la base de la chaîne des triangles, d'où l'on a déduit la valeur de l'arc du méridien qui traverse la France, et par suite la distance de l'équateur au pôle boréal. On avait choisi ce métal, parce qu'il est peu susceptible de se dilater ou de se contracter par les variations de la température. Sa dilatation, selon *Borda*, n'est que de $\frac{1}{115000}$ pour un degré du thermomètre centigrade, ou de $\frac{1}{92000}$

Qualité du Platine.

(1) *Fourcroy* et *Vauquelin*, Annales du Muséum, t. III, p. 149, t. IV, p. 77 *sqq*.

pour un degré de Réaumur; tandis qu'une verge de fer se dilate de $\frac{1}{91750}$ pour un degré centésimal, et de $\frac{1}{75000}$ pour un degré de Réaumur.

Or. Son gisement.

L'*or* ne se trouve que dans son état natif, c'est-à-dire, presque pur. Il habite toutes sortes de terrains; il se trouve en petites couches dans les montagnes primitives de gneiss et de schiste micacé, au pays de Salzbourg et dans la Carniole; il occupe des filons dans les montagnes de siénite et de porphyre, près Kremnitz en Hongrie, dans des terrains secondaires de schiste argilo-quartzeux, et même de grès; à Zalatna en Transylvanie, dans un grès argileux, non loin d'Ekaterinbourg en Sibérie; ainsi, dit *Werner* (1), ce métal est d'âges très-différens. Il est même prouvé par les expériences de Sage, de Berthollet, de Rouelle, de Darcet et de Deyeux (2), qu'il existe des parcelles d'or dans les végétaux. Berthollet a retiré environ 2 grammes $\frac{14}{100}$ ou 40 grains $\frac{1}{10}$ d'or, de 489 hectogrammes ou un quintal de cendre. *Werner* assure qu'on a trouvé, à Zalatna, de l'or natif dans du bois à demi-pétrifié, ou plutôt, dit-il, dans du bois bitumineux (3).

Situation géographique de l'or.

La mine d'or de Norvège est plus pauvre que celle de Suède; toutes celles du nord ensemble produisent à peine la vingtième partie de la quantité que fournit celle de Nagyag en Transylvanie, ou de celle de Kremnitz en Hongrie; enfin, que sont toutes les mines d'or d'Europe, prises ensemble, en comparaison d'une seule mine du Pérou ou du Brésil? En allant de *La Paz* vers Potosi et le Tucuman, on trouve toutes les couches de schiste argileux pénétrées de veines de quartz aurifère, et la chute d'un pan de roche fait découvrir des monceaux d'or de 2 à 300 livres pesant (4). Les îles de Bornéo, de Célèbes et de Sumatra, situées sous l'équateur, renferment des mines d'or très-riches, quoique mal exploitées (5).

(1) *Werner*, Nouvelle théorie des filons, § 77. (2) *Chaptal*, Elémens de Chimie, tome III, page 401. (3) Théorie des filons, *loc. cit.*
(4) *Helm*, Journal d'un voyage de Buenos-Ayres à Lima (en all.).
(5) Mém. de la Société de Batavia, II, 166, IV, 589, etc.

L'Europe a aussi des rivières qui charrient quelques paillettes d'or; mais en Afrique, en fouillant le long des fleuves, on trouve presque partout des sables aurifères; en Nigritie on s'occupe, régulièrement tous les ans, de cette moisson, après avoir fini celle des blés. Près d'Akim, sur les côtes de Guinée, une seule personne peut recueillir dix onces par jour. Cette abondance progressive d'un des métaux les plus pesans et les plus denses, à mesure qu'on s'approche de l'équateur, nous présente une question aussi intéressante que difficile à résoudre. Sables aurifères.

Les qualités précieuses de l'or le rendent digne du rang que l'opinion lui assigne parmi les métaux. Moins brillant que le platine, il a une couleur plus agréable à l'œil. Aussi les poëtes n'ont-ils pas manqué de donner à Apollon des cheveux dorés; à Jupiter, un trône d'or; Vulcain prodigue l'or pour forger le bouclier d'Achille; enfin, dans la forme d'adjectif, les mots *or* et *beauté* sont synonymes chez les Grecs. Docile entre les mains de l'art, par sa grande ductilité, l'or prend toutes les formes qu'on veut lui donner. L'orfèvre, le joaillier, le brodeur, le doreur, l'emploient avec une égale facilité. Sa densité, suppléant en quelque sorte à sa rareté, permet de lui donner une étonnante extension en surface. Une quantité d'or du poids d'un grain (53 milligrammes), comprimée par le batteur d'or, se réduit en une feuille, dont la surface renferme 50 pouces carrés ou 3 décimètres carrés $\frac{65}{100}$. L'extension dont l'or est susceptible, est environ seize fois plus grande dans le travail des fils d'argent doré. La ténacité de l'or est telle, dit *Haüy*, qu'un fil de ce métal, de 2 millimètres $\frac{7}{10}$ ou $\frac{1}{10}$ de pouce de diamètre, peut soutenir un poids de 244 kilogrammes $\frac{6}{10}$ ou 500 livres, sans se rompre. Comme l'or est fort tendre, on est obligé, dans les monnaies, de l'allier avec du cuivre; cet alliage donne à l'or une teinte rougeâtre. L'or acquiert l'électricité résineuse (1). Qualités de l'or.

(1) *Haüy*, Annales du Muséum, III, 309 *sqq*.

Argent.

L'argent natif se trouve rarement pur dans le sein de la terre; il est mêlé tantôt de cuivre et de fer, tantôt d'or, et encore plus souvent d'arsenic. La même province de l'Amérique méridionale, qui possède les mines d'or les plus riches, savoir le Pérou, renferme aussi de grands trésors d'argent. Les mines de *Potosi* ont donné, depuis 1545 jusqu'en 1648, environ 395,619,000 piastres; mais elles s'épuisent. Dans l'Amérique septentrionale, le Mexique abonde en argent; il en sort tous les ans pour la valeur de 22 millions de piastres (1). Dans l'ancien continent, l'argent est apparemment répandu partout; mais les mines les plus connues aujourd'hui se trouvent presque toutes dans la zone tempérée du nord. Celles de Sibérie, de Saxe et du Hartz, sont à 50 degrés de latitude; celle de Kongsberg en Norvège, à 60 degrés. Cependant, le produit de ces mines est bien peu de chose, si on le compare aux richesses minérales de l'Amérique, toutes renfermées entre les deux parallèles, distans de 30 degrés de l'équateur. On ignore si l'Afrique possède des mines d'argent comparables à celles du Nouveau-Monde.

Extension géographique de ce métal.

L'argent se trouve dans le quartz, la pierre calcaire, le *zinc sulfuré*, et quelquefois dans le pétrosilex (2); il ne se rencontre que rarement dans des roches granitiques, et à Frankenberg, en Hesse, on trouve même des feuilles d'argent natif, adhérentes à des pétrifications (3). Ce métal existe en grains (quoique rarement), sous la forme capillaire, en lamelles minces, en ramifications, en cristaux octaèdres, et quelquefois en masses assez considérables; on assure en avoir trouvé une à Schneeberg en Saxe, en 1478, qui a dû peser 400 quintaux ou 196 kilogrammes (4). Une autre masse, trouvée à Kongsberg, du poids de [illegible] marcs (environ 270 kilogrammes), est conservée dans le

Son gisement.

(1) *Humboldt*, Essai politique sur la Nouvelle-Espagne.
(2) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 266.
(3) *Werner*, Nouvelle théorie des filons, §§ 78 et 79.
(4) *Haüy*, Minéralogie, tome 3, page 588, note 2.

musée royal de Copenhague. *Bergmann* dit qu'on a trouvé dans les sables, sur les côtes du Pérou, des masses de 150 marcs d'argent entièrement pur.

Qualité de l'argent.

L'argent est, après l'or et le platine, le plus inaltérable des métaux : seulement sa surface se noircit, dans les endroits où il s'élève des vapeurs sulfureuses et inflammables. Il est remarquable que l'argent, allié avec une portion considérable d'or ou de cuivre, conserve sa couleur blanche, tandis qu'une petite quantité d'argent ou de cuivre, mêlée à l'or, change sensiblement la couleur de ce dernier métal. Ce phénomène, commun à tous les métaux blancs, a fait penser à *Newton* « que les molécules des métaux blancs avaient beaucoup plus de surface que celles des métaux jaunes, et qu'en même temps elles étaient très-opaques; en sorte qu'elles recouvraient l'or et le cuivre, sans permettre à la couleur de ces métaux de percer à travers la leur. Elles devaient d'une autre part être plus minces, parce que la lumière blanche qu'elles réfléchissaient, répondait à un plus grand degré de ténuité, que le jaune de l'or ou celui de cuivre (1). » D'après les expériences de *Brisson*, et les calculs de *Haüy* (2), la pesanteur spécifique d'un mélange d'or et de cuivre surpasse la somme des pesanteurs spécifiques de deux métaux séparés d'environ $\frac{1}{11}$. Au contraire, la pesanteur spécifique d'un mélange d'argent et de cuivre est moindre que la somme des pesanteurs spécifiques des deux métaux d'environ $\frac{1}{16}$. Une autre qualité physique de l'argent est encore plus digne de notre attention ; c'est la faculté qu'a ce métal, dissous dans l'acide nitrique, de cristalliser sous une forme rapprochée de celle des végétaux, en produisant ce qu'on a nommé l'*arbre [illegible]jane;* il semblerait que les cristaux dont se compose cette espèce de végétation minérale, peuvent être considérés comme de petits bâtons magnétiques, dont les

(1) *Newton*, Optice lucis, lib. II, part. 3, proposit. 7.
(2) *Haüy*, Minéralogie, tome 3, pages 580 et 590.

pôles, en s'attirant et en se repoussant mutuellement, déterminent la situation respective (1). La moindre rareté de l'argent l'a fait adopter comme signe des valeurs, de préférence à l'or. La résistance qu'il oppose à l'action de l'air et de l'humidité, l'éclat de sa blancheur, sa souplesse entre les mains de l'art, le rendent propre à des usages multipliés et trop connus, pour qu'il soit besoin de les indiquer. L'*argent sulfuré*, ou combiné avec environ $\frac{1}{7}$ de soufre, porte communément le nom absurde de *mine d'argent vitreuse*, quoiqu'il n'ait pas même l'apparence extérieure du verre. L'*argent antimonial sulfuré* est vulgairement nommé *argent rouge;* et le beau rouge vif, qui en est la couleur essentielle, justifie ce nom. Les cristaux transparens de ce métal n'imitent pas mal le rubis; mais plus ils sont beaux, moins ils contiennent d'argent.

Argent sulfuré, etc.

Le *mercure natif* se trouve ordinairement en globules brillans et mobiles, disséminés dans les schistes argileux, comme à Ydria, en Frioul; dans les marnes, les quartz, comme dans le ci-devant pays de Deux-Ponts; dans le calcaire primitif, comme à Almaden en Espagne. Ce métal exige si peu de chaleur pour entrer en fusion, que l'atmosphère en conserve presque toujours assez pour le maintenir à l'état fluide; cependant le froid de la Sibérie et de la Russie septentrionale, le fait quelquefois passer à l'état de solidité : ce qu'on a faussement regardé comme une *congélation;* alors il est presqu'aussi malléable que l'étain (2) : il se laisse étendre en lames très-minces (3). D'ailleurs, son oxide repasse à l'état métallique, sans l'entremise d'aucune substance étrangère. Il a donc les qualités essentielles des métaux, et se rapproche même des métaux les plus parfaits. Le mer[illegible]

Mercure.

Sa congélation.

(1) *Ritter*, Mémoires sur le galvanisme. I, cah. 2, p. 280.

(2) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 227. Comp. *Hachette*, et *Hassenfratz*, dans le *Journal de l'école Polytechnique*, Ier cahier, pages 123 et suiv. (3) *Braun*, Comment. Pétrop. novi, XI, p. 268. *Blagden*, Philosoph. transact., 1783, vol. LXXIII, p. 329.

amalgame avec presque toutes les substances métalliques, principalement avec l'or, l'argent, l'étain et le bismuth (1); c'est même cette propriété, jointe à la facilité avec laquelle il se vaporise, qui le fait employer dans la dorure et dans le traitement des mines d'or et d'argent. L'étamage des glaces se fait par un amalgame de mercure et d'étain. Les physiciens se servent du même amalgame pour enduire les frottoirs des machines électriques. L'efficacité des remèdes composés d'oxides de mercure n'est due qu'à la facilité avec laquelle ces oxides se réduisent, en abandonnant leur oxigène. Toutes ces qualités physiques et chimiques font pressentir quel rôle important le mercure a pu jouer dans la formation de notre terre, s'il y a existé en grande quantité. A présent, on ne trouve ce métal qu'en très-petites portions et de grandes distances; il semble manquer aux pays voisins du pôle arctique; toute la Sibérie n'en a offert que deux ou trois faibles indices (2). Le nouveau continent n'en est pas non plus abondamment pourvu.

Situation géographique du mercure.

L'amalgame naturel du mercure et de l'argent est appelé *mercure argental*. Il faut encore remarquer le *mercure sulfuré*, très-connu sous le nom de *cinabre*, et qui se trouve quelquefois en filons réguliers.

Cinabre.

Un métal ignoble réclame la place voisine de celle du mercure; c'est le *plomb*, substance très-dense, mais qui manque éminemment d'éclat, de dureté, d'élasticité, et même de ductilité : aussi n'est-il pas d'un grand usage dans son état métallique; on n'en fait que des tuyaux de conduits, des balles de fusil et autres ouvrages simples et grossiers; mais les oxides du plomb servent dans plusieurs arts. C'est le plomb qui donne au verre un [illegible] et une mollesse qui le rendent susceptible d'être facilement taillé et poli. C'est au plomb ou à son oxide rouge, que le verre, dit *flint-glass*, doit les qualités qui

Plomb.

(1) *Gellert*, Principes de chimie docimastique, 152 (en all.).
(2) *Georgi*, Description de la Russie, III, 406.

le rendent si précieux pour la construction des objectifs des *lunettes achromatiques*, c'est-à-dire, de celles qui dépouillent les images de ces fausses couleurs dont elles paraissent bordées, lorsqu'on les regarde à travers une lunette ordinaire. Les oxides du plomb garnissent de diverses couleurs la palette du peintre et la toilette des Laïs modernes.

Gisement du plomb.

Ce métal se trouve ordinairement minéralisé par le soufre, ou *sulfuré*; c'est le minéral que l'on appelle communément *galène*; il est presque toujours mêlé de fer, d'antimoine, et surtout d'argent. On ne l'exploite, la plupart du temps, que pour en retirer ce dernier métal. Werner indique dix-sept formations de galène d'un âge différent, dans toutes sortes de terrains, depuis le quartz jusqu'aux houillères (1). Il n'y a pas de minières plus répandues en Europe. On trouve de la galène argentifère jusque dans la Laponie danoise. Mais nulle part, dans le nord de l'Europe ou de l'Asie, le plomb ne se trouve en abondance; il ne commence à se montrer en grandes quantités que dans l'Allemagne et la France; on assure qu'il forme dans l'intérieur de la Louisiane de vastes couches à jour (2). Le plomb carbonaté, ou la mine de plomb blanche, accompagne assez souvent la galène; c'est un oxide minéralisé par l'acide carbonique. Le plomb molybdaté, ou l'oxide minéralisé par l'acide molybdique, se trouve à Bleyberg en Carinthie; il porte communément le nom de plomb jaune. Le plomb rouge de Berezof, en Sibérie, est minéralisé par l'acide chromatique. Il est encore douteux s'il existe du *plomb natif*.

Extension géographique.

Nickel.

Le *nickel* est un minéral peu ductile, d'aucun usage dans les arts, mais qui jouit des propriétés magnétiques (3). Il accompagne ordinairement le cobalt, su[illegible] ce

(1) *Werner*, Théorie des filons, p. 156-161 (en all.).

(2) *Voyez* la Description de la Louisiane. (3) Expériences de B[illegible] cité dans le *Tableau des Espèces minéral.* de *Lucas*, p. 297. Co[illegible] *Haüy*, minéral., III, 512.

galement magnétique; ces deux métaux, d'une nature assez voisine de celle du fer, et qui même souvent en contiennent des particules, semblent se trouver le plus abondamment dans le nord.

Le *cuivre*, l'un des métaux les plus prodigués par la nature, paraît occuper deux grandes régions distinctes sur le globe. On sait qu'il abonde en Norvège, en Suède, en Hongrie, dans les monts Uraliens, dans toute la Sibérie, la Tartarie chinoise et le Japon; il faut encore ajouter que plusieurs îles entre le Kamtchatka et l'Amérique, offrent des masses de cuivre natif (1), qu'on en trouve des couches immenses sur les bords de l'Ohio (2), enfin, qu'on en a eu des indices au Groenland et en Islande. Ce métal semble donc être commun à tous les pays situés dans une zone d'environ 45 degrés de latitude autour du pôle boréal. Mais il se retrouve d'un autre côté dans toute l'Afrique australe, depuis le Congo (3) jusqu'au cap de Bonne-Espérance (4), et, selon Beniouski, à Madagascar. L'extrémité méridionale de l'Amérique paraît aussi en recéler des mines considérables (5), et le Brésil en a offert un énorme bloc à l'état natif. Il semble donc que ce minéral est accumulé aux deux extrémités des deux grands continens. Avouons toutefois que cet aperçu intéressant pourrait rencontrer des objections, tirées de l'existence des grandes mines de cuivre au pays de Maroc (6) dans l'île de Chypre et l'Arménie turque, mines qui, en liant les deux régions qu'on vient d'indiquer, feraient regarder le cuivre comme une substance commune à toutes les zones de notre planète.

Cuivre. Son extension géographique.

A l'égard du cuivre natif, tous les naturalistes distinguent deux formations différentes : le cuivre de première

Gisemens du cuivre.

(1) *Géorgi*, Russie, 4:4. *Sauer*, etc. (2) *Michaux*, Voyages aux ts de l'Ouest. (3) *Lopez*, relazione di Congo, page 14. *Cavazzi*, d. de Labat, I, 35. (4) *Sparmann*, Voyage, 596 (en all.). *Pat-son*, *Barrow*, etc., etc. (5) *Vidaure*, Istoria geografica di Chili. (6) *Høst*, Notices de Maroc (trad. du dan. en all.), p. 310. *Che-* etc.

formation est en cristaux, en lames, en filamens, en grappes, qui ont pour gangue ordinairement le quartz ou le schiste ; mais quelquefois le calcaire primitif, comme près d'Ekatérinbourg en Sibérie et à Tunaberg en Suède. Le cuivre de cimentation est d'une formation plus récente ; il provient du cuivre sulfaté (nommé communément vitriol), tenu en dissolution dans les eaux, où il s'est décomposé par l'intermède du fer ; il forme des concrétions sur différentes gangues pierreuses, ou même sur des corps organiques. Les eaux chargées de particules de cuivre, sont appelées *eaux cémentatoires*. Parmi les minérais de cuivre, le plus commun est le pyrite de cuivre. Dans les mines de *Kopparberg* en Suède, de *Rœras* en Norvège, dans celles de Sibérie, et en général dans toutes les grandes exploitations de cuivre, on retire ce métal principalement des pyrites de couleur jaune ou irisée, dans lesquels il se trouve minéralisé par le fer et le soufre. Le cuivre gris contient de l'argent, de l'antimoine, du plomb, du soufre, etc. Le cuivre sulfuré ou combiné principalement avec le soufre, a une apparence vitreuse. A l'état d'oxide, le cuivre prend diverses teintes rouge, bleue ou verte ; le cuivre carbonaté soyeux (le minérai satiné de *Bergmann*) offre la couleur verte de l'émeraude, relevée par un tissu satiné, qui semble lui prêter une nouvelle grâce. Ce même cuivre, à l'état de concrétion, forme la substance nommée *malachite*, qui est susceptible d'un beau poli, et dont on fait des plaques, des tabatières et autres ouvrages ; c'est, pour nous servir de l'heureuse expression de M. Haüy, l'albâtre des substances métalliques (1).

Eaux cémentatoires.

Malachite.

Comme la géographie politique s'occupe des fabriques qui ont pour objet les métaux, l'on nous pardonnera de rappeler en peu de mots les qualités éminemment utiles du cuivre. Ce minéral beaucoup plus traitable que le fer est en même temps plus durable que l'étain et le plomb.

Qualités du cuivre.

(1) *Haüy*, Minéralog., III, 575.

acité est telle, qu'un fil de cuivre de 2,7 millimètres ou $\frac{1}{10}$ de pouce de diamètre peut soutenir sans se rompre, poids de 146 kilomètres 38, ou d'environ 299 livres 4 ces. Les bonnes qualités du cuivre sont balancées en tie par sa nature très-altérable. Exposé à l'air ou à l'humidité, il se couvre bientôt de cette rouille, connue sous le nom de *vert-de-gris*, qui est un des poisons les plus actifs. Le cuivre fondu et épuré se nomme *cuivre de rosette*; il est moins dense ou plus poreux que le cuivre natif. Ce qu'on appele *cuivre jaune* ou *laiton*, est un alliage de cuivre et de zinc, que l'on obtient en cimentant le cuivre avec la pierre calaminaire, et qui, moins sujet à la rouille, fournit à l'horlogerie, à la physique et à la géométrie, tant de pièces et d'instrumens d'un travail délicat, d'un usage général et d'une longue durée. Mais si l'on réunit directement les deux métaux par la fusion, l'alliage prend les noms de *similor*, de *tombac*, d'*or de Manheim*. Le rapport de la dilatation du laiton, est de $\frac{1}{1000}$ pour chaque degré de Réaumur, et $\frac{1}{3\,1000}$ pour chaque degré du thermomètre centrigrade (1). La pesanteur spécifique du laiton, est plus grande de $\frac{1}{10}$ environ, que la somme de deux pesanteurs spécifiques du cuivre et du zinc. Le *bronze* ou l'*airain* se fait en alliant avec le cuivre une certaine quantité d'étain; il est plus souple et plus sonore que le cuivre. C'est l'airain qui, sur les pas d'un conquérant, lance les foudres de la guerre sur des peuples paisibles; c'était dans l'airain que le génie des Grecs exprimait l'image auguste des Dieux et les traits chéris des bienfaiteurs de la terre. Sans le cuivre et le fer, l'homme n'aurait pu ni atteindre au faîte de la civilisation, ni prêter au crime l'énergie des puissances infernales. Mais revenons à l'objet qui doit nous occuper.

Bronze ou airain.

cobalt qui partage avec le fer oxidulé la propriété magnétique dans un degré éminent, semble être de deux formations d'un âge différent. Le *cobalt blanc* de Werner

Cobalt.

(1) *Borda*, cité par *Haüy*, *ibid.*, p. 526.

(ou *cobalt gris* de Haüy), se trouve fréquemment en filons dans les montagnes secondaires de la Hesse et de la Thuringe ; le *cobalt arsénical* de Haüy, que Werner appelle *cobalt éclatant*, n'habite que les terrains primitifs, et a pour gangue le quartz et le calcaire primitif. Ce minéral est employé pour faire un beau verre bleu, nommé *smalt*, que l'on pulvérise pour en faire une poudre bleue, connue sous le nom de *bleu de Saxe*.

Etain. L'*étain* a paru à un savant minéralogiste (1), remonter à l'âge des formations les plus anciennes ; il ne l'a jamais trouvé dans des montagnes secondaires ; il existe cependant, ajoute-t-il, dans tous les porphyres. La distribution des mines d'étain sur la surface du globe, nous paraît extrêmement remarquable par sa singularité. On trouve ce métal en Angleterre, au Cornouailles, en Saxe et en Bohême; il manque à peu près au reste de l'Europe, disparaît absolument lorsqu'on pénètre dans l'intérieur de l'ancien continent, et ne reparaît que dans la presqu'île des Indes en-deçà du Gange (2), dans celle de Malaca, aux îles de Sumatra, de Banca et du Japon. L'Afrique et l'Amérique méridionale n'en ont offert que des dépôts très-pauvres. L'étain que les arts emploient pour l'étamage des glaces, pour la soudure, pour la fabrication d'ustensiles et la composition de la couleur écarlate, possède la propriété singulière de rendre plus durs et plus sonores les métaux auxquels on l'allie ; quoiqu'il soit lui-même privé de ces deux qualités. En même temps, il enlève aux métaux d'une grande ductilité cette qualité qu'il ne fait point diminuer dans les métaux moins ductiles (3).

Situation géographique.

Qualités.

Fer. Le *fer* est répandu avec profusion dans la nature ; il entre comme principe colorant ou combinant dans un grand nombre de substances minérales ; il n'est pas étranger ni aux végétaux dont il anime les couleurs, [illegible] animaux sur lesquels il exerce une influence salutaire.

(1) *Werner*, Théorie des filons, ch. VII, § 76. (2) *Wahl*, Ostindien, II, 746 (en all.). (3) *Rinmann*, Histoire du fer, § 146, p. 4[illegible] (en all.) *Bergmann*, Opusc. phys., II, 471.

Comme substance isolée, il se trouve presque sur tout l'ancien continent ; il est cependant plus commun, ou si l'on veut, plus à découvert dans la zone tempérée boréale, tout vers le nord. Quelle immense quantité de fer n'est contenue dans les seules montagnes de la Scandinavie ! Le mont Taberg, au midi de la Suède, n'offre qu'une masse de minérai. Le nord de l'Asie abonde également en fer ; nos relations imparfaites nous montrent le Canada et la partie septentrionale des États-Unis comme pourvus d'excellent fer, quoique le cuivre paraisse y prédominer. De même que le cuivre, le fer semble encore abonder dans l'Afrique méridionale (1). Aucune espèce de roche ou de terrain ne lui est étrangère ; il se trouve dans le granite par parcelles, dans le schiste par filons, dans les grès par couches ; il existe dans le limon et dans la tourbe. Extension géographique du fer.

Les grandes masses de fer natif, trouvées en Sibérie, par Pallas (2), et en Amérique par Rubin de Cilis (3), ont été long-temps regardées par la plupart des naturalistes, comme des produits de l'art ou des agens volcaniques. *Wallerius*, en disant qu'il se trouve du fer natif sur les bords du Sénégal, n'a fait que copier d'anciens voyageurs dont le récit manque de précision. Mais il est hors de doute que les substances trouvées à Kamsdorf en Saxe (4), et à Oulle dans le Dauphiné (5), soient réellement des productions naturelles ; et pourquoi la nature ne saurait-elle pas nous présenter le fer dans son état pur, puisqu'elle nous l'offre même sous la forme d'un acier très-dur et très-compacte (6) ? La mine de fer la plus ancienne est, selon Werner, celle de *fer magnétique*, que Haüy nomme *fer oxidulé* ; c'est à une variété de cette mine qu'on a donné le nom d'*aimant*. Nous parlerons autre part des phénomènes que cette substance présente. La mine de fer Fer natif. Aimant.

(1) *Cavazzi*, I, 83. *Thomann*, 113. (2) *Bergmann*, sciagraphia, dit. de *Delamétherie*, II, 153. *Romé de l'Isle*, cristallogr. III, 167. (3) Annales de chimie, V, p. 149. (4) *Brochant*, Minéralogie, II, (5) *Schreiber*, Journal de physique, XII, p. 3, *sqq*. (6) *Godon Saint-Menin*, Journal de physique, LX, 310 *sqq*.

grise ou *spéculaire* (le fer oligiste de Haüy) abonde en Suède, en Norvège, dans l'île d'Elbe, à Framont dans les Vosges; c'est de toutes les mines de fer la plus facile à traiter. *La mine de fer spathique* n'est qu'une chaux carbonatée, plus ou moins mélangée de fer; la chaux, avec laquelle cette mine est combinée, en facilite la fusion; le fer qu'on en retire est d'excellente qualité, et il a une très-grande disposition à se convertir en acier, même dans la première fusion; c'est ce qui l'a fait appeler *mine d'acier* (1). Une espèce encore très-répandue et communément exploitée est celle du *fer oxidé*, qui comprend entr'autres les *hématites*, les *ochres*, les *géodes martiales*, et surtout le fer en globules, semblables à des pois ou des œufs. Le métal provenant de l'oxide de fer globuliforme contient quelquefois une certaine quantité d'acide phosphorique, qui le rend aigre et cassant; c'est ce qu'on appelle *fer cassant à froid*.

Le *fer sulfuré* qu'on nomme communément *pyrite* martiale ou ferrugineuse, est une des substances les plus remarquables qui entrent dans la composition du globe. Elle a un domaine très-étendu; on la trouve dans le quartz, dans la marne, dans les schistes argileux qui recouvrent la houille, et dans les houilles mêmes. Dans les plus grandes profondeurs où l'homme ait pu pénétrer, dans les mines les plus considérables, on continue à observer la pyrite ferrugineuse, jusqu'à ce qu'on soit arrêté par l'abondance des eaux (2). Il y a des *pyrites aurifères* qui, bien que composées principalement de fer sulfuré décomposé, sont exploitées comme mines d'or et dans la vue d'en extraire ce dernier métal. Telles sont les mines d'or de Berezof en Sibérie, d'Adelfors en Suède, et autres. L'origine des hématites et ochres ferrugineux est due, selon l'opinion de la plupart des naturalistes, à la décomposition du fer sulfuré, dont les eaux courantes auraient entraîné les débris; on les appelle à cause de cela *mines de transport*, pour les distinguer des autres mines qui semblent nées dans le gisement où on les trouve.

Fer sulfuré, pyrites ferrugineuses.

(1) *Haüy*, II, 180 et suiv.; p. IV, 117 et 118.
(2) *Henkel*, pyritologie, trad. franç., p. 97.

mmes de transport sont donc d'une formation récente, relativement aux autres, et l'on peut même croire qu'il forme tous les jours. Le *vitriol de fer* n'est autre chose e du *fer sulfaté*, qui provient généralement de la décomposition du fer sulfuré. Le fer sulfaté ou le vitriol est d'un grand usage dans la teinture ; il sert pour principe de couleur noire, en faveur de la propriété qu'ont les astringens végétaux, entr'autres la noix de galle, de précipiter ce fer sous la forme de particules noires d'une extrême ténuité. L'*émeril* est un fer oxidé, intimement uni à de l'alumine et de la silice. Cette substance est précieuse pour les arts, à cause de sa grande dureté. En le broyant à l'aide des moulins d'acier, on le réduit en une poussière, dont les grains rudes et acérés attaquent par le frottement tous les corps de la nature, excepté le diamant.

Vitriol de fer.

Emeril.

« Le fer, tel que la nature l'a produit (dit M. *Haüy*) (1), » est bien différent de celui dont l'aspect et l'usage nous » sont si familiers. Ce n'est presque partout qu'une masse » terreuse, une rouille sale et impure ; et lors même que » le fer se présente dans sa mine avec l'éclat métallique, » il est encore éloigné d'avoir les qualités qu'exigent les » services multipliés qu'il nous rend. L'homme n'a guères » eu besoin que d'épurer l'or ; il a fallu, pour ainsi dire, » qu'il créât le fer. » Ce métal est susceptible en général de trois états différens. Ce qu'on appelle *fer fondu* ou *fer de gueuse*, est le métal dépouillé, par une première fusion, d'une partie plus ou moins considérable de son oxigène, et qui s'est emparé d'une partie du charbon avec lequel il était en contact dans le fourneau de fonte. Le fer fondu n'est pas encore malléable ; car le fer a cela de particulier, que, de ces deux qualités, la fusibilité et la ductilité sous le marteau, il ne peut posséder l'une qu'aux dépens de l'autre. Pour rendre le fer ductile, on le porte dans un nouveau fourneau, que l'on nomme *fourneau d'affinage* ou *affinerie*, et dont la température très-élevée détermine,

Sur les préparations du fer.

(1) *Haüy*, Minéral., IV, 2.

par un nouveau jeu d'affinités, l'oxigène qui restait dans la fonte à se combiner avec le carbone, dont elle s'était emparée, pour former de l'acide carbonique qui se dégage. Le fer se trouve alors dans le plus grand état de pureté où l'art puisse l'amener. On l'expose ensuite à l'action d'un gros marteau, dont les coups redoublés, rapprochant les parties métalliques, les lient davantage entr'elles, et rendent le fer ductile. On le nomme alors *fer forgé* ou *fer affiné*. Dans ce nouvel état, il n'est plus fusible, et le feu le plus violent de nos fourneaux peut au plus l'amollir et le convertir en une espèce de pâte. Le fer forgé, mis en contact avec des matières charbonneuses et ramolli par l'action du feu, au point de pouvoir se pénétrer de ces matières, se convertit en *acier*. L'opération de la trempe, qu'on fait subir à l'acier, n'en change point la nature ; elle fait seulement varier l'arrangement de ses parties ; elle augmente à la fois sa dureté, sa fragilité, son volume, et lui donne un grain plus grossier que ne l'a l'acier non trempé (1).

Acier.

Ainsi, la différence entre le fer fondu, le fer forgé et l'acier, dépend de deux principes, savoir : l'oxigène et le carbone ; leur réunion constitue le fer fondu ; l'absence de l'un et de l'autre, du moins en quantité sensible, caractérise le fer forgé ; dans l'acier, le carbone existe seul sans l'oxigène.

Nous ne dirons rien sur l'usage du fer dans ses trois états ; tout le monde le connaît assez. Observons seulement que la ténacité du fer est telle, que ce métal, réduit en un fil d'environ 27 millimètres ou $\frac{1}{10}$ de pouce d'épaisseur, soutient, sans se rompre, un poids de 210.3 kilogrammes, ou 450 livres. Le fer est très-oxidable, et il a encore une forte affinité élective avec le soufre. Uni à la silice et à l'alumine, il donne aux roches qui le contiennent, une extrême dureté. Ainsi, nul métal ne se laisse plus facilement dissoudre ; nul métal ne forme un ciment

Qualités du fer.

(1) *Vandermonde*, *Monge* et *Berthollet*, Mémoires de l'académie des sciences, 1781.

plus inaltérable. Sa vertu magnétique se communique facilement aux autres métaux avec lesquels on le mélange; [illegible] de fer rendent le cuivre magnétique; $\frac{5}{100}$ ont le même effet sur l'étain (1). Ces qualités physiques prouvent qu'il a dû jouer un grand rôle dans la formation des substances aggrégées qui composent notre globe.

Zinc. Le *zinc*, qui forme la nuance entre les métaux ductiles et ceux qui ne le sont pas, se trouve *oxidé*, et alors il est appelé communément *calamine*, ou pierre ca- Calamine. lamin[illegible] il y en a des mines en Alsace, en Normandie, près d'Aix-la-Chapelle; en Brisgaw, en Carinthie, dans le comté de Sommerset, en Angleterre, et autre part. La calamine, selon Werner, n'habite point les terrains primitifs. Il se trouve encore plus souvent *sulfuré*, et alors le nom vulgaire de sa mine est *pseudo-galène* ou *blende*; ce minérai est répandu en Suède, en Norvège, en Saxe, en Bohême, et on peut presque dire partout. Il accompagne ordinairement la galène, ou le plomb sulfuré; il est souvent mélangé avec du fer, de l'or, de l'argent. Le *zinc sulfaté*, qui est rarement un produit de la nature, s'appelle *vitriol blanc* ou *couperose blanche*. Le métal qu'on apporte de l'Inde, sous le nom de *tou-* Toutenague. *tenague*, est, selon Bergmann (2), du zinc parfaitement pur. Le zinc chauffé fortement et presqu'à blanc, par le contact de l'air, brûle avec une flamme d'une blancheur éblouissante, que rien n'égale, et dont la vue ne peut soutenir l'éclat (3). Ce caractère fait ressortir le zinc, non seulement parmi les métaux, mais même parmi tous les minéraux combustibles.

Le *bismuth*, très-fusible, sert à des alliages avec di- Bismuth. vers autres métaux; on ne le trouve, selon Werner, que dans les montagnes primitives; cependant parmi ses langues on nomme le jaspe. Seul parmi les minéraux

(1) *Rinmann*, Histoire du fer, I, p. 146 (en allem.).
(2) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 233.
(3) *Macquer*, Dictionnaire de Chimie.

facilement oxidables, il se trouve plus souvent à l'état de métal natif qu'à celui de minérai proprement dit.

Manganèse. Le *manganèse* accompagne très-souvent les mines de fer, surtout dans les montagnes secondaires; c'est un des principes colorans le plus répandus dans la nature; c'est lui qui donne aux cristaux de chaux fluatée, et à plusieurs schorls, leur couleur violette. Mêlé en petite quantité avec la matière du verre blanc, il a la propriété de l'éclaircir et d'en faire disparaître les fausses couleurs.

Antimoine. L'*antimoine*, jadis célèbre dans les laboratoires des alchimistes qui espéraient trouver en lui la *pierre philosophale*, est aujourd'hui employé avec succès dans un grand nombre de remèdes, dans la fonte des caractères d'imprimerie, et dans un alliage avec l'étain, nommé *métal de prince*. Il se trouve natif, dans le quartz et le calcaire primitif; *sulfuré* ou gris, dans les montagnes secondaires : il est souvent avec la galène. L'antimoine *capillaire* tient souvent de l'argent, et a été appelé mine d'*argent en plumes*. La cristallisation de la fonte d'antimoine présente une image des étoiles et du feuillage (1).

Schéelin. Le *schéelin* était jusqu'ici désigné par le nom suédois *tungsténe;* c'est un minérai très-pesant, qu'on a retiré d'une substance ferrugineuse, striée, connue sous le nom allemand de *wolfram*. Il se trouve principalement dans les montagnes primitives; il accompagne souvent l'étain.

Urane. L'*urane*, métal nouvellement découvert, comprend les espèces autrefois appelées *cuivre corné*, et *blende de poix*. Il est, selon Werner, d'une formation ancienne.

Tellure. Au *tellure*, métal nouvellement observé, appartient entr'autres la mine aurifère de Nagyag en Transylvanie, qui donne 45 à 170 onces d'argent au quintal, et 200 à 210 deniers d'or au marc. Le tellure a pour gangue le quartz et le manganèse; mais il est encore très-rare.

Molybdène. Le *molybdène* paraît être d'une formation ancienne; il

(1) *Haüy*, IV, 259.

se trouve par petites parcelles dans le granite, en plusieurs endroits de la Suède, de la Norvége, de la Saxe et de la Bohême (1).

L'arsenic, dont le nom seul excite un mouvement d'effroi et d'horreur, ne se trouve pas souvent isolé; mais il fait les fonctions de minéralisateur auprès d'un très-grand nombre de métaux. Frotté ou chauffé, sa présence est décelée par l'odeur d'ail qu'il exhale. Dans son état métallique natif, il est d'une couleur gris d'acier. C'est l'*arsenic oxidé*, sous la forme d'une chaux blanche, qui constitue un des poisons les plus violens. Celui qui se trouve autour des volcans, est minéralisé par le soufre. Arsenic.

Le *titane*, métal nouvellement découvert, se trouve à l'état d'oxide rouge, sous la forme d'une pierre ferrifère, et uni à la silice et à la chaux. C'est de tous les minéraux nouveaux celui qui intéresse le plus la géographie physique; il semble tenir la même place auprès du fer dans les montagnes primordiales, que la manganèse dans les montagnes secondaires; tout le fer qui se trouve dans le *trapp* primitif de Norvège, surtout près d'Arendal, est plus ou moins uni au titane (2). Le *chrôme* qui colore l'émeraude, le *tantale* qui refuse de se laisser dissoudre par les acides, le *cerium*, découvert comme le précédent par des savans suédois, le *columbium*, venu des États-Unis, et les trois ou quatre métaux qu'on prétend avoir trouvés dans le platine, n'ont pas encore acquis des droits à notre attention; seulement la multiplicité de ces substances que la chimie a su démêler, doit nous inspirer une salutaire défiance contre les systèmes qui tendent à établir des analogies générales entre des êtres dont nous connaissons encore si imparfaitement la longue série. Titane. Chrôme, tantale, cerium, etc.

(1) *Steffens*, l. c., 158. (2) *Ibid.*

LIVRE TRENTE-TROISIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances aggrégées qui composent la partie solide du Globe. Première partie : des Roches et Terrains, et des Éjections volcaniques.

Nous avons considéré les substances simples qui entrent dans la composition, et dans cette revue nous avons constamment cherché à ne point nous livrer à l'influence des systèmes qui prétendent déterminer l'âge et le mode de formation de ces substances. C'était facile ; nous n'avions qu'à suivre, quoique dans des vues très-différentes, les traces du créateur de la minéralogie moderne. Une route plus difficile s'ouvre devant nous ; il faut faire connaître les *masses*, formées de l'association de plusieurs substances simples, et qui constituent les roches et les terrains selon qu'ils se trouvent dans l'état de dureté ou de mollesse. Ici les guides les plus éclairés se partagent, et au lieu de nous montrer le chemin, le cherchent eux-mêmes au milieu de la confusion, née de l'emploi des *termes généraux*, inventés avant qu'on n'eût des *idées générales*, bien fixes et bien nettes.

Sur les classifications des roches.

Les classifications des roches, fondées sur les seuls caractères chimiques et géométriques des substances simples qui les composent, font perdre de vue la contexture et le gisement de ces masses, c'est-à-dire, les deux caractères sous lesquels la géographie-physique doit principalement les considérer. D'un autre côté, les classifications géologiques, plus conformes à ces deux points de vue, sont entachées d'une faute de logique, puisqu'on y admet des caractères tirés de l'*origine* des roches. C'est une véritable pétition de principes ; on suppose, pour faciliter la méthode, des faits dont la démonstration

doit être le terme de la science. Aussi, les diverses manières de voir ces faits ont donné naissance à autant de langages divers qu'il y a eu de célèbres géologues ; le basalte, par exemple, rangé par les uns parmi les *trapps*, genre rapproché des roches primitives, est placé par les autres à la tête des *laves*, ou matières rejetées par les volcans. Aujourd'hui surtout que les observations de *Werner* et de *Cuvier*, comparées aux découvertes de *Davy* et aux expériences de *Hall*, font entrevoir de loin une théorie de la terre, beaucoup plus scientifique et plus universelle que ne le sont les deux grossiers systèmes des Neptunistes et des Volcanistes, il est indispensable de chercher, pour la description méthodique des substances aggrégées, un principe indépendant des systèmes formés sur leur origine.

Principe de classification.

Ce principe semble se trouver dans la considération du *mode d'aggrégation* de ces substances, pourvu qu'on se borne à former de grandes classes et qu'on n'exige pas dans la méthode des limites plus tranchées que celles qui existent dans la nature. On peut dire que la nature a posé de loin en loin des jalons qui servent à diriger notre pensée, mais que, dans les intervalles de ces jalons, elle a laissé à notre choix plusieurs routes, également bonnes. D'après ce principe, nous croyons que la géographie-physique doit classer les substances aggrégées de la manière suivante :

A. *Substances aggrégées proprement dites* (réunies d'après des lois générales, chimiques ou physiques).

1. *Roches cristallisées* ou offrant une texture cristalline. (Granite, schiste primitif, porphyre calcaire primitif.)
2. *Roches conglobées*, ou offrant une réunion de fragmens de roches cristallines, conglutinés par un ciment cristallisé. (Poudingues primitifs, amygdaloïdes.)
3. *Roches stratifiées*, ou offrant une contexture semblable à celle d'un sédiment qui se serait déposé par assises. (Calcaire coquillier, grès, jaspe, etc.)

   N. B. Les substances stratifiées, à l'état de mollesse, s'appellent *terrains stratifiés*. (Argile, marne, etc.)

4. *Roches conglomérées*, ou offrant le mélange de fragmens de roches cristallines et stratifiées, réunis par un ciment stratifié. (Brèches et poudingues secondaires, etc.)
5. *Roches coagulées* ou offrant l'aspect d'une matière *fondue* qui se serait coagulée ou figée. (Basaltes de Werner, laves compactes, laves globoïdes, de Dolomieu, Haüy, Faujas, etc.)

B. *Substances associées* (réunies d'après les lois mécaniques ou d'après des lois chimiques physiques ou spéciales).

6. *Accumulations terrestres* ou roches et terrains qui n'offrent qu'une association purement mécanique de parties accumulées les unes sur les autres. (Tuf calcaire, etc., brèches réunies par un ciment de tuf, argile d'alluvion et de transport, tourbe, etc.)
7. *Ejections volcaniques* ou matières qui sont rejetées par le feu volcanique à travers les ouvertures et crevasses de la surface solide du globe. (Laves vitreuses, cendres volcaniques, scories, pierres-ponces, etc.)
8. *Bolides*, ou masses tombées de l'atmosphère.

C. *Substances intercalées ou adventives* (étrangères aux aggrégations et aux associations des substances minérales).

9. *Restes de corps organiques*, végétaux et animaux : (*a*) pétrifications; (*b*) empreintes; (*c*) débris à l'état naturel.

Parcourons rapidement le vaste laboratoire où la nature exécute ces merveilleuses combinaisons dont nous venons d'indiquer les plus frappantes et les plus faciles à saisir.

Roches cristallisées.

Les roches cristallisées paraissent avoir été formées par la cristallisation simultanée de plusieurs substances simples à l'état de dissolution chimique, qui se sont réunies suivant leurs affinités, pour former un tout homogène. Elles ont une contexture grenue qui se perd d'un côté dans la contexture pâteuse ou compacte, et de l'autre dans la contexture lamelleuse.

Granite.

Les roches qui occupent le sommet de l'échelle des cristallisations, sont incontestablement celles qui ont pour base le quartz, le mica et le feldspath, et pour lesquelles l'usage a consacré le nom de *granite*. Quelquefois une quatrième substance, l'*amphibole*, vient s'y mêler ou même remplacer le mica ou le quartz; on a même trouvé des granites mélangés d'un peu de chaux; mais toujours ce sont des substances siliceuses et spécialement le feldspath, qui dominent dans la composition. L'agréable variété de couleur dont brille le feldspath, l'éclat du mica, la blancheur du quartz, le sombre vert de l'amphibole, donnent souvent aux granites l'aspect le plus magnifique, surtout lorsque la politure a développé leurs nuances naturelles; ainsi l'œil contemple avec ravissement le *granite rose* d'Egypte, composé de feldspath et de mica (1); le *basalte antique* ou granite noir, dans lequel l'amphibole masque les lames transparentes du feldspath (2); le *granite orbiculaire* de Corn, formé par une cristallisation particulière qui a réuni dans une masse de feldspath blanc et d'amphibole d'un vert noirâtre, des boules distinctes de la même matière (3); enfin le *granite graphique* de Sibérie et d'Ecosse, dont les élémens, disposés en lignes bri-

Variétés du granite.

(1) *Dolomieu*, Journal de physique, ventose an II, tome I, p. 196.
(2) *Id.*, *ibid.*, septembre 1792, p. 3.
(3) *Faujas Saint-Fond*, Essais de géologie, II, 182.

sées, retracent à l'imagination des caractères hébraïques ou runiques (1).

Le *granite* paraît être la roche la plus ancienne, et constituer la base des terrains primitifs. Peut-être forme-t-il une immense voûte autour du globe; c'est du moins partout le granite que l'on trouve au-dessous de tous les autres terrains; dans les plus hautes montagnes, dans les chaînes principales du globe, c'est lui qui en constitue et les fondemens et la masse. La cristallisation qui réunit les substances du granite, en rencontre quelquefois l'une ou l'autre en surabondance; elle en forma des roches *feldspathiques*, *micacées*, *quartzeuses*. On les trouve rarement pures. Cependant, il paraît y avoir eu une formation toute particulière de *quartz* pur; on en voit des veines puissantes traverser les montagnes granitiques mêmes; la grande muraille de quartz sur le mont Felsberg, près Manheim, a frappé d'étonnement les naturalistes (2). Mais à l'admiration de ces sortes de phénomènes, succède l'esprit de disputes, de classifications et de nomenclatures; souvent, nous l'avouons franchement, il nous est impossible de démêler les faits au milieu des discussions géologiques auxquelles ils ont donné lieu.

La roche qui paraît se rapprocher le plus du granite, réunit à la structure grenue de celui-ci, un arrangement de parties qui lui donne l'aspect feuilleté; le quartz et le feldspath y est en grains; mais le mica forme des bandes ou des couches très-minces, dans lesquelles les deux autres substances sont comme empâtées. C'est la *roche micacée* de Haüy, le *gneiss* de Werner et la roche feuilletée de Saussure (3). Mais souvent le talc ou même l'argile remplace le mica dans ces roches feuilletées, sujet d'éternels malentendus. Il y a des minéralogistes qui donnent au nom de *gneiss* une extension qui

(1) *Patrin*, Hist. nat. des minér., I, 101. *Faujas*, l. c.
(2) *Faujas*, ibid., p. 94. (3) *Saussure*, Voyages, §§ 1359, 1677. *Haüy*, Minéralogie, IV, 432.

rend toute définition impossible. Les *schistes micacés* sont des roches en grandes feuilles, composées de quartz et de mica. Il paraît qu'ils s'éloignent par gradations imperceptibles de la contexture grenue des granites, et qu'ils deviennent de plus en plus mélangés d'alumine ou terre argileuse, terre qui semble faire disparaître l'aspect cristallin. Les *schistes argileux*, dans lesquels l'alumine ou la terre argileuse domine sur la silice, sont entièrement en grands feuillets : circonstance qui constitue ce qu'on appelle la *structure schisteuse*. Schistes micacés. Schiste argileux.

Ces transitions imperceptibles d'une sorte d'aggrégation à l'autre, rendent toutes les classifications incertaines. Personne n'a encore bien déterminé les quatre ou cinq espèces de roches auxquelles on donne les noms de *schiste corné* et de *wake* (1); elles ne sont que des combinaisons de silice et d'alumine avec un peu de chaux et de fer. Schiste corné.

La contexture cornéenne ou qui rappelle celle d'une substance cornée, se trouve en partie dans certaines roches, composées pour ainsi dire d'une pâte dans laquelle sont noyées des masses d'une cristallisation plus parfaite. Ce sont les *porphyres*, roches qui bravent plus qu'aucun autre genre le zèle des classificateurs (2). Tantôt c'est la pâte qui n'est point homogène, tantôt ce sont les cristaux empâtés qui varient d'espèce. Les porphyres proprement dits, sont des masses de feldspath empâté, coloré par un oxide métallique, et contenant des cristaux de la même espèce ; tel est le superbe *porphyre rouge antique*, originaire d'Egypte, et dont on ne trouve en Europe que des variétés imparfaites ; tel est encore l'*ophite* ou le *porphyre-serpentin antique*, quoique parsemé de lames d'amphiboles, substance qui abonde de plus en plus dans les porphyres noirs. Tous les porphyres propres, ordinairement voisins des granites, n'en diffé- Porphyre.

(1) Comp. *Delamétherie*, Théorie de la terre, II, p. 337-380. *Werner* cité par *Saussure*, Voyages, § 1304. (2) Comp. *Haüy*, IV, 435; *Faujas Saint-Fond*, Essai, II, 213 *sqq*. *Delamétherie*, II, 405, etc.

rent que par cette substance empâtée qui leur sert de base, mais ils diffèrent encore des *poudingues* ou roches conglobées par la parfaite cristallisation de cette pâte ou ciment (1). On juge aisément de la difficulté de fixer les nuances innombrables de la cristallisation de ces roches; c'est ce qui a engagé les géologues à créer une classe de *roches porphyroïdes*. Le désordre ou plutôt l'ordre bizarre d'après lequel les molécules de ces roches ont cristallisé, produisent quelquefois les jeux les plus brillans. Qui n'admirerait pas le *porphyre orbiculaire* de Corse (2) qui, étant poli, présente des cercles composés de petites feuilles jaunes-rougeâtres, arrangées en rayons autour d'un noyau rouge-brun, et qui offrent l'image d'un fruit inconnu, coupé selon une ligne transversale?

Roches porphyroïdes.

Le *trapp* (3) ou la roche trapéenne se compose à peu près des mêmes substances que les porphyres; elles sont unies dans les mêmes proportions, seulement le fer y abonde davantage; mais leur arrangement en petits grains, unis quelquefois par un ciment, n'offre point la cristallisations éclatante des granites et des porphyres (4). Les roches trapéennes ont une tendance à se déliter et à se subdiviser en fragmens rhomboïdaux qui imitent les marches d'un escalier, ce qui lui donne souvent l'aspect des roches appelées *basalte* par les modernes. Le célèbre Werner regarde même ces deux espèces de roche comme identiques et les comprend sous le nom de *trapp primitif*; opinion qui ne semble aujourd'hui être admise que dans l'école de ce minéralogiste.

Trapp.

Les roches de *pétrosilex* et de *jade*, ainsi que la roche composée d'amphibole et de mica et que Werner nomme *grunstein*, c'est-à-dire pierre verte, forment de petites espèces, rapprochées de trapps et de porphyres, par

Pétrosilex, Jade, etc.

(1) *Saussure*, Voyages, § 149 *sqq.* (2) *Faujas Saint-Fond*, de géologie, II, 245, et planche XX *bis*. (3) Nom dérivé du suédois *trapp*, escalier, échelon. *Saxum trapezium*, *Walker*. sp. 220.

(4) *Saussure*, Voyages, § 145.

leur gisement, quoique la roche amphibolique, entre autres, ait souvent la contexture cristalline du granite.

Parmi les terres élémentaires, la calcaire et puis la magnésienne ont le moins contribué à former des roches cristallisées. Le *calcaire primitif* ou celui dans lequel on ne trouve absolument aucune trace manifeste de débris d'animaux, n'est pas trés-répandu ; il se trouve rarement parmi les granites feuilletés et les schistes micacés ; les bancs calcaires, dans les schistes argileux, ont déjà la contexture moins grenue et offrent une cassure compacte ou lamelleuse (1). C'est parmi les roches stratifiées que la chaux se montre en abondance ; elle est à la tête de ces aggrégations comme le granite l'est à celle des roches purement cristallisées. Calcaire primitif.

La terre magnésienne paraît dominer dans les roches *talqueuses*, soit compactes, soit schisteuses, dans les *serpentines*, les *pierres ollaires*, les *stéatites* ou pierre de lard, et quelques autres aggrégations qui, à la vérité, reviennent souvent dans les montagnes primordiales, mais qui n'y forment en général que de petites masses subordonnées. Cependant, il y a des roches de serpentine qui s'élèvent à une très-grande hauteur (2). Ne pourrait-on pas croire que les molécules alcalines, existantes dans le feldspath, un des élémens du granite, s'en soient séparées pour former une série de roches isolées ? Il est du moins bien remarquable que la terre magnésienne semble pour ainsi dire fermer la marche de la cristallisation pure, et disparaître avec les roches primordiales, pour ne plus se montrer ni dans les montagnes stratifiées, ni dans les accumulations, enfin, nulle part, si ce n'est dans les eaux marines. Roches magnésiennes.

Nous avons dû arrêter quelque temps nos regards attentifs sur ces aggrégations cristallines qui semblent avoir précédé la naissance de nos montagnes dont elles for-

(1) *Werner*, cité par *Steffens*, l. c., 21.
(2) *Saussure*, Voyages, § 19. *Faujas*, Essais, II.

ment la partie la plus solide. Nous pouvons laisser aux naturalistes de profession le soin de classifier les innombrables modifications des substances aggrégées que nous avons nommées *roches conglobées*. On conçoit que la croûte du globe, à peine consolidée au sein du chaos primitif, a dû aussitôt commencer à se dégrader. L'action des élémens divers, les alternatives probablement rapides d'une chaleur extrême et d'une gelée excessive, enfin les effets du propre poids des masses nouvellement cristallisées, ont dû produire des ruptures, des chutes et par conséquent des débris qui, en se réunissant par la cristallisation des matières fluides qui les entourent, ont donné naissance à quelques-unes des roches, nommées *brêches* et *poudingues*. Ces roches diffèrent des porphyres en ce qu'elles sont composées de fragmens d'autres masses déjà cristallisées, tandis que le porphyre est formé de cristaux qui ont pris naissance au milieu du ciment qui les lie (1); aussi le ciment des porphyres ne devrait être désigné que sous le nom de *base*. Les roches conglobées diffèrent des grès en ce qu'elles renferment des grains plus gros, ou n'offrent point de couches régulières homogènes, ni de structure feuilletée. L'usage paraît avoir consacré le terme de *brêche*, emprunté des Italiens, pour les aggrégations de fragmens de roche calcaire, tandis que celui de *poudingue*, qui nous vient des Anglais, et qu'on pourrait remplacer par le terme plus classique d'*allatoïdes* (2), paraît réservé pour les roches formées par la réunion d'un grand nombre de petits *silex* (3). Il vaudrait mieux appeler *brêches* les aggrégations de fragmens anguleux, et *poudingues* celles des fragmens arrondis, et qui probablement ont été roulées par les eaux (4). L'étymologie même du terme italien *breccia*, emprunté aux Goths ou aux Lom-

Roches conglobées.

Brêches.

Poudingues.

(1) *Saussure*, Voyages, § 149. (2) Du mot grec *Allas*, génitif *Allatos*, poudingue. (3) *Saussure*, § 197. *Romé de l'Isle*, Cristallographie, II, 573.

(4) *Delamétherie*, Théorie, § 531. Comp. *Haüy*, IV, 463.

barès (1), indique une brisure violente. On conçoit que ces assemblages varient de mille manières, soit à l'égard de la nature des fragmens réunis, soit par rapport au ciment qui les lie; cependant, de toutes les substances qui servent à l'agglutination des fragmens des roches primitives, c'est le *quartz* ou la terre siliceuse qui abonde le plus et revient le plus souvent. Cet élément, qui semble né avec notre globe, est comme la source de toutes les formations cristallines.

Quelquefois les brêches, à leur tour, ont été réduites en fragmens, qui, agglutinés par un nouveau ciment, ont produit des brêches sur-composées qu'on a nommées *doubles-brêches*.

Nous plaçons à côté des brêches et parmi les roches conglobées, celles que les naturalistes ont nommées *amygdaloïdes*, c'est-à-dire, semblables à une pâte d'amande. Les amygdaloïdes sont composées d'une pâte quelconque dans laquelle se trouvent des nœuds ou des glandes de la même substance ou d'une autre; le tout est réuni par une cristallisation confuse; quelquefois les espaces occupés par les nœuds, se trouvent vides, la substance qui se remplissait ayant été détruite par une cause inconnue, ce qui fait ressembler l'amygdaloïde à une lave poreuse. On voit qu'il doit être extrêmement difficile de distinguer les amygdaloïdes de certaines variétés de porphyre. Amygdaloïdes.

Sans nous engager dans les discussions auxquelles la formation des couches conglobées a donné lieu, passons à l'examen des *roches stratifiées*. Pour concevoir combien la limite entre les produits de la cristallisation pure et simple et celle de la stratification est vague, obscure et variable, qu'il nous soit permis d'avoir, pour un moment, recours à une hypothèse empruntée de la chimie. Roches stratifiées.

Les élémens dont se formèrent les roches étaient sans doute dans un état de fluidité; cette condition est né-

(1) Du verbe *brechen*, allem.; *brekke*, dan., briser, rompre.

cessaire pour rendre possible l'aggrégation de tant de substances diverses. Mais l'état de dissolution dans lequel se trouvaient ces substances, offrait deux modifications. La *dissolution chimique* diffère essentiellement de la *dissolution mécanique*; celle-ci existe, lorsque les molécules intégrantes d'un corps sont séparées l'une de l'autre, et suspendues dans un fluide; en se déposant suivant leur pesanteur spécifique, elles forment un *sédiment*; au contraire, par la dissolution chimique, les molécules intégrantes sont non seulement séparées l'une de l'autre, mais combinées avec le dissolvant; en se réunissant d'après un nouveau jeu d'affinités, indépendamment de leur pesanteur spécifique, elles donnent un *précipité*. Toute substance cristallisée est formée par dissolution chimique et par précipitation. Ce caractère appartient dans toute la force du terme aux roches primordiales; mais nous avons vu comment la cristallisation perdait peu à peu sa simplicité, et pour ainsi dire son énergie primitive; nous avons vu comment à la texture cristalline succèdent la structure feuilletée et la structure compacte qui, en devenant de plus en plus grossières, semblent indiquer une échelle régulière de précipitations chimiques, se rapprochant par degré de la nature des sédimens mécaniques. Sans doute, le dissolvant, le vaste océan des *eaux-mères* diminua peu à peu; les montagnes primordiales firent paraître leurs sommets; la terre commença à sortir de l'état chaotique. Des êtres organisés existèrent; ce furent des animaux marins. Les précipitations chimiques continuèrent, mais en même temps les premiers sédimens mécaniques commencèrent; les deux précipités se mélangèrent, se troublèrent quelquefois. Ainsi naquirent les *terrains de transition* qu'on trouve sur les flancs des montagnes primordiales ou adossés au pied de celles-ci, et dans lesquels on remarque les premiers débris d'animaux.

Sur la dissolution chimique et mécanique.

Terrains de transition.

Desséché de plus en plus, le globe, d'un chaos informe, était devenu une vaste mer, dans laquelle s'élevaient, de toutes parts, les montagnes primordiales

flanquées de terrains de transition. C'est l'âge neptunien, le second âge géologique. Les sédimens des solutions mécaniques alternaient avec les précipitations chimiques ; peu à peu le dissolvant ayant perdu sa force primitive, l'action purement mécanique prit insensiblement le dessus sur l'action chimique. Cet âge neptunien donna naissance à des montagnes et des roches distinguées par leur *structure stratifiée*, ou, si l'on aime mieux, stratiforme. On doit entendre par *strate*, une couche de matière homogène. Ce terme, emprunté du latin, n'est donc pas précisément le synonyme de *couche* ni d'*assise* ; il diffère encore plus de celui de *feuillets*, qu'on emploie en parlant de la contexture que la matière de certaines roches offre jusque dans ses plus petis fragmens.

Structure stratifiée.

L'exposé hypothétique que nous venons de tracer, doit rendre sensibles les difficultés qu'ont rencontrées les géologues en voulant classer les roches stratifiées. Dans les *roches calcaires* surtout, la structure compacte et la stratification se confondent par d'innombrables nuances. Dans une seule et même roche, malgré une homogénéité parfaite, la partie supérieure renferme des pétrifications appartenantes à des animaux marins, tandis que les couches inférieures en sont absolument dépourvues. Mais parmi les roches décidément stratifiées, on doit placer à peu près tous les aggrégats de chaux sulfatée, avec la chaux carbonatée, connues sous le nom de *pierres à plâtre* ; ensuite les *marbres secondaires*, qui doivent leur texture terreuse à une forte quantité d'argile, et leurs couleurs, si agréablement variées, à la présence du fer oxidé ; le *marbre ruiniforme*, qui, selon Dolomieu, était une pierre calcaire argilifère, uniformément coloriée, dans laquelle le desséchement a produit des fissures, qui, remplies par une transsudation de la matière calcaire, ont formé ces dessins des ruines et des paysages qu'on y admire (1) ; enfin le *marbre coquillier* ou *lumaquelle*, com-

Roches calcaires stratifiées.

Marbres ruiniforme, coquillier, etc.

(1) *Dolomieu*, Journal de physique, octobre, 1793, p. 285 et suiv.

posé d'une infinité de coquilles, unies par un ciment calcaire. La *pierre puante*, qui, en Norvège, forme à elle seule une petite île, n'est que de la chaux carbonatée, pénétrée d'un bitume.

Les substances calcaires abondent dans les terrains stratifiés. La grande capitale de la France, avec ses palais et ses temples, n'est bâtie qu'en calcaire coquillier, composé presque en totalité de deux espèces de coquillages, le *cérite* qui forme les bancs supérieurs, et le *miliolite* qui fourmille dans les couches plus profondes (1). Ces roches se placent elles-mêmes dans leur juste rang; mais quel rang assigner au calcaire qui se présente sous la forme de *craie* et qui occupe de vastes bandes sur le globe? Par sa pureté, c'est presqu'une substance simple, ne contenant que de la chaux, de l'acide carbonique et du phosphore; par le petit nombre d'animaux marins qu'il renferme, il se rapproche des terrains primitifs, desquels sa consistance terreuse, dénuée de la moindre apparence de cristallisation, semble l'éloigner; enfin les couches de silex grossier, si fréquentes entre les bancs de craie, indiquent positivement qu'ils ont été formés par dépôts. Il paraît que l'état crayeux du calcaire est dû à des causes particulières que la chimie devrait rechercher.

Sur la craie.

La terre alumineuse entre dans beaucoup de substances stratifiées. L'*argile*, qui occupe de grands espaces sur notre globe, est proprement un mélange de silice et d'alumine, modifié par la présence accidentelle de la magnésie, du fer et des autres substances. L'argile se trouve en *terreaux* et en *roches*; il nous semble naturel de supposer en général que ces dernières se soient formées par le durcissement, ou, si l'on veut, par la cristallisation confuse des terres argileuses, mêlées quelquefois de grains de quartz. Mais il peut aussi avoir des terres argileuses, formées par la décomposition des roches

Argile.

(1) *Lamarck*, Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, *Annales du muséum d'hist. natur.*

telle serait, selon Werner, l'origine de l'argile glaise, qu'il place parmi les terrains tertiaires ou d'alluvion. Toutes les argiles ont sans doute souvent changé de localité, leurs couches glissent facilement les unes sur les autres; cependant leur gisement principal est dans les terrains secondaires : elles alternent avec les grès, le sable, le calcaire coquillier. L'argile lithomarge, distinguée par la finesse de son grain et par sa fusibilité en masse spongieuse, est la seule qui habite les fentes des rochers sur le terrain primitif. C'est de cette argile que plusieurs nations d'Amérique, d'Afrique et de Sibérie se servent pour appaiser leur faim, ou plutôt pour tromper un moment l'avidité de leurs organes de digestion (1). Parmi les autres espèces d'argile, on distingue, pour leur utilité, celles dont les potiers et les foulons font usage; les divers bols et ocres argileuses; l'ardoise, qu'on emploie avec tant d'avantage à couvrir les toits des maisons, et qui n'est qu'une argile durcie, en forme de schiste ou en feuillets. L'*ardoise*, qui se trouve par grands blocs, a le tissu tellement feuilleté, que l'ouvrier n'a besoin d'aucune attention pour saisir les joints de ses lames; quelque part qu'il pose son ciseau, il est sûr de trouver un plan de division. Une qualité commune à toutes les argiles, est celle de fournir des réservoirs souterrains aux fontaines et sources; les meilleures eaux se trouvent toujours dans les terrains argileux. Ardoise.

L'argile fermentante fait seule exception; comme elle est mêlée d'un sable quartzeux réduit en poudre fine, elle s'imbibe d'eau, se gonfle et soulève avec force des maisons, des quartiers de roche, des champs entiers; desséchée, elle fait redescendre tous ces objets à leur premier niveau; ces ravages sont très-redoutés en Suède et en Russie, surtout lorsqu'en se gonflant, l'argile se gèle en même temps (2). Ces bouleversemens, nés d'une cause Argile fermentante.

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 191. *Georgi*, Description de la Russie, III, 202 *sqq*. (2) *Waller*, Minéralog., I, p. 34. *Georgi*, Russie, III, 201.

en apparence si faible, nous présentent l'image des révolutions que de semblables fermentations ont pu faire naître à l'époque où les montagnes se formaient.

Marne. La *marne* est une argile unie à une quantité plus ou moins grande de calcaire, souvent avec du sable quartzeux, et quelquefois imprégnée de bitume au point de pouvoir s'enflammer (1).

Grès. Les substances siliceuses se sont aussi déposées par couches. Le *grès* se compose de petits grains de quartz agglutinés par un ciment argileux calcaire ou siliceux; c'est la plus commune de toutes les roches stratifiées. Il forme la transition ordinaire entre les montagnes primordiales et secondaires; dans ce gisement, il se trouve en des strates parallèles et peu mélangé de substances hétérogènes; mais il se rencontre encore loin des montagnes primitives, et il paraît qu'il s'en est formé dans tous les temps. Il y a, ce nous semble, une gradation très-sensible dans les diverses formations des grès, depuis le *grès lustré*, qui touche de très-près au quartz primitif, jusqu'au *grès pulvisculaire*, où la structure grenue ne devient sensible qu'en l'exposant au feu.

Granite recomposé. Le *granite recomposé*, ou le *grès des houillères*, est un aggrégat de petits débris de l'ancienne roche granitique, qui se sont liés par un ciment quelconque, et qui ont quelquefois imité la contexture de l'ancien granite, avec une fidélité qui fait illusion même aux naturalistes. Mais comme les couches de ces granites secondaires alternent avec celles des houilles, il est évident qu'ils ont une origine beaucoup plus récente que les roches dont elles renfermaient les débris.

Nous sommes tentés de rapporter à cette époque les énormes blocs de granite friable, dont les marais de Finlande sont couverts, et parmi lesquels on a choisi la roche qui sert de base à la statue de Pierre-le-Grand. Ce granite, Rapakivi. nommé *rapakivi* en finnois, ne forme point de monta-

(1) *Guldenstedt*, Voyage dans le Caucase.

gnes ni de terrains contigus ; il se décompose lentement (1).

La formation des porphyres s'est continuée pendant la période de la stratification ; elle a principalement produit les jaspes et les quartz-agathes.

La décomposition des roches stratifiées et la réunion de leurs fragmens ou de ceux même des roches plus anciennes, par un gluten stratifié, forme ce que nous appelons les *roches conglomérées*. Cette formation paraît s'étendre à travers des âges divers et offrir une longue série de nuances qu'il est presqu'impossible de déterminer. Les *brèches* et *poudingues* de grès, de jaspe, du marbre coquillier et autres qui appartiennent à cette classe, se confondent souvent avec les brèches et poudingues composées de roches cristallisées. Les pays qui ont été le mieux examinés sous ce rapport, savoir la Thuringue et la Silésie, ne présentent d'autre règle constante que l'identité des fragmens conglomérés avec les roches soit cristallisées, soit stratifiées qui les avoisinent. Le *rouge-mort* de Thuringue est une brèche feuilletée de quartz-arénacé dans lequel on trouve du granite, du porphyre, des schistes, selon que les montagnes voisines en contiennent (2). En Silésie, le *conglomérat* accompagne les montagnes primordiales, disparaît où elles disparaissent et ne renferme que des fragmens analogues aux roches qui les composent (3). Au pied du mont Altaï, en Sibérie, on trouve des montagnes entières de quartz et de jaspe en petits fragmens, conglomérés par un ciment tantôt quartzeux, tantôt argileux (4). Au Chili, des masses énormes de galets, réunis par une argile noire, s'appuyent aux cordillières les plus élevées (5). Comment suivre les

Roches conglomérées.

Divers gisemens de ces roches.

(1) *Bergmann*, Géograph.-Physique, I, 214. Comp. *Patrin*, Dictionnaire d'histoire naturelle, de Déterville, X, 81, au mot *granit d'Ingrie*.

(2) *Hein*, Correspondance de Zach, VI, 535. (3) *Léopold Buch*, Description géognostique de Landeck, p. 19. *Id.*, Observations géognostiques, vol. I, *passim*. (4) *Schangin*, dans le Journal des Mineurs (*Bergmannisches journal*), 1791. Vol. I, p. 83, 89.

(5) *Molina*, Histoire naturelle du Chili, p. 83 (trad. all.).

innombrables formations qui ont produit successivement ces couches de débris, répandues sur toute la surface du globe?

Roches coagulées. Basaltes.

Nous n'avons pu comprendre dans aucune des classes précédentes, une espèce de roches qui est évidemment formée par une opération différente en même temps de la cristallisation et de la stratification. On devine qu'il est question du fameux *basalte*, l'objet de tant de discussions entre les géologues, et qui les a fait diviser, pour ainsi dire, en deux églises, aussi attachées à leurs dogmes que le furent jamais les sectes religieuses.

Ces roches, compactes ou poreuses, affectant les formes prismatiques ou globuleuses, ou sans forme précise, noires, brunes, grises, bleuâtres, se rapprochent, pour leur contexture, des roches cornéennes et de celles que Werner appelle *tràpps primitifs*. Les principaux élémens chimiques du basalte paraissent être du silice et du fer; ce sont également ceux du trapp : mais, soumis à une forte chaleur, le trapp donne un verre transparent verdâtre, tandis que celui du basalte est noir et opaque. D'ailleurs le basalte enveloppe des cristaux de péridote qu'on ne trouve point dans les trapps (1). Le caractère le plus frappant des roches basaltiques, c'est leur configuration.

Nature chimique du basalte.

Rien, en ce genre, n'est plus célèbre que ces colonnes prismatiques, d'une hauteur et épaisseur immenses, dont la *grotte de Fingal*, dans l'île de *Staffa*, est composée. On n'admire pas moins, sur les côtes d'Irlande, un autre amas de pierres basaltiques, placées horizontalement, et qui forment, par leur ensemble, ce qu'on a nommé *la chaussée de géans*. Dans l'Islande, on en voit des amas moins considérables, que l'on nomme, dans le pays, *murs du diable*. On a remarqué, surtout dans la grotte de Fingal, que les pans de chacun des prismes, quoiqu'inégaux entr'eux, étaient égaux aux pans correspon-

Configuration.

(1) *Faujas Saint-Fond*, Essai de géologie, II, 269.

dans des prismes adjacens ; que les inégalités qui étaient en relief sur les pans de l'un des prismes, se trouvaient vis-à-vis des dépressions ou des petites concavités, dans les pans du prisme voisin, comme si l'un s'était moulé dans l'autre ; enfin, on a observé que, dans l'île de Staffa, où les prismes s'élèvent l'un sur l'autre, comme les assises d'une colonne, la base convexe de l'un s'emboîte dans le sommet concave de l'autre, en sorte que les colonnes étaient comme articulées. Même lorsque les roches basaltiques se présentent sous une structure moins régulière, leur gisement seul suffirait pour attirer sur elles toute l'attention du naturaliste. Ces masses, qui recouvrent indistinctement le granite, le gneiss, les schistes primitifs et secondaires ; ces sommets qui, tantôt coniques, tantôt pyramidaux, s'élèvent isolément au-dessus des terrains d'une nature très-différente ; les liens qui unissent les basaltes à diverses roches cristallisées, le passage successif des schistes argilo-siliceux au basalte, et de celui-ci à l'espèce de roches amphiboliques, nommée *grunstein* ; enfin, dans plusieurs endroits, la décomposition du basalte, formant des terres fertiles, voilà des faits qui, depuis bien des années, exercent la sagacité de tous les géologues.

Gisement du basalte.

Le parti des *volcanistes*, avec Desmarets, Faujas Saint-Fond et Dolomieu à leur tête, regarde les basaltes comme des laves fondues par la chaleur des volcans, et qui, en se refroidissant lentement, ont pris, par retrait, les formes prismatiques qui les distinguent (1). Mais de grandes difficultés s'opposent à cette explication. On demande aux volcanistes pourquoi ces prétendues laves ont-elles un aspect semblable à des roches, dont la formation aquatique est généralement avouée? Pourquoi n'offrent-elles aucune trace, ni de vitrification, ni de boursoufflement? Pourquoi enveloppent-elles des cristaux intacts et d'autres substances

Sur l'origine volcanique des basaltes.

(1) *Dolomieu*, Mémoires sur les îles Ponces, p. 100 *sqq*. *Desmarets*, Mémoires de l'acad. des sciences, 1771, p. 273. *Faujas Saint-Fond*, Histoire naturelle des laves prismatiques, etc.

qui auraient dû entrer en fusion? *Dolomieu* répond que la chaleur qui fondit ces laves balsatiques, avait peu d'intensité; que la fusion de ces matières n'était qu'une simple dilatation, qui, en séparant les molécules, leur permit seulement de glisser l'une sur l'autre, sans changer en rien leur nature; il s'appuie de ses propres observations, selon lesquelles les laves ordinaires, même en coulant, ont la croûte supérieure assez solide et assez refroidie pour qu'on puisse marcher dessus (1).

Faits contraires à l'origine volcanique.

Néanmoins, une foule d'autres faits ne semblent laisser aucun subterfuge aux volcanistes. D'abord les cônes basaltiques, supperposés à toutes sortes de roches anciennes et secondaires, formant souvent les sommets les plus élevés des chaînes de montagnes, offrent, par leur gisement, par leur structure entière, par l'absence des cratères, des caractères très-contraires à ceux des laves et des accumulations volcaniques. Le basalte se décompose journellement, ce qui n'arrive à aucune espèce de laves. Dans le Ringuerike, en Norvège, le terrain paraît n'être presque partout qu'un basalte qui s'est décomposé. Près de *Christiania* on jette de petits fragmens de cette roche sur les champs, dans la persuasion qu'il s'en forme une terre propre à la culture (2). Si l'on examine la contexture de ces roches, elle se rapproche sensiblement de celle des porphyres schisteux et des *grunstein*; sur le Meisner en Hesse, on a observé, avec beaucoup d'attention, le passage du basalte au *grunstein* (3). Le troisième fait, qui s'oppose à l'origine volcanique des basaltes, est leur position relativement aux dépôts des houilles. Non seulement en Hesse les basaltes recouvrent une immense couche de houilles, mais dans l'île Suderoe (une des îles du Féroër), on voit une mine de houilles au milieu des basaltes (4). Il est évident que ces amas

(1) *Dolomieu*, Journal de physique, fructidor an II, p. 108. *Ibid.*, pluviose, même année, p. 118. (2) *Strom*, Description du canton d'Eger, p. 47 *sqq.* (en dan.). (3) *Daubuisson*, Traduction de la *Théorie des filons*, page 94, note 2. (4) Mém. de la société d'histoire naturelle de Copenhague. Voyez ci-après la description des *îles Féroër*.

de houilles auraient dû changer considérablement de nature, si des laves en fusion avaient coulé autour d'eux.

Origine neptunienne des basaltes.

L'origine neptunienne des basaltes paraît donc avoir gagné beaucoup de probabilité. *Bergmann*, qui le premier a prouvé par l'analyse l'identité du trapp et du basalte, se contente de supposer « que la matière du ba-
» salte, pénétrée et ramollie par des vapeurs humides,
» s'était convertie en une masse pâteuse et liquide ; que
» cette masse avait pris ensuite, à l'aide du desséchement,
» une retraite qui, ne pouvant se faire également dans
» ses diverses parties, y avait formé des ruptures, et
» qu'elle s'était ainsi subdivisée avec *une sorte de ré-*
» *gularité*, en prismes de différentes espèces (1). »

Hypothèse de Werner.

Un célèbre minéralogiste, Werner, en considérant la nature singulière des roches basaltiques, et surtout le gisement de celles de Saxe et de Bohême, a cru entrevoir que la formation de ces substances constituait une époque absolument distincte, et exigeait des causes tout à fait différentes de celles qui ont produit les genres ordinaires de terrains et de roches. Ce savant croit qu'une dissolution mécanico-chimique, d'une nature particulière, est venue couvrir le globe indistinctement ; cette dissolution donna des précipités analogues à sa nature ; d'abord des graviers, des argiles, sédimens purement mécaniques ; bientôt après ceux-ci vinrent les schistes argilo-siliceux, nommés *wakes*, qui déjà offrent un commencement de cristallisation confuse ; ensuite parurent les *basaltes*. La masse de ceux-ci s'étant déposée sur presque toute la surface du globe, la dissolution parvint à un état purement chimique, et ne donna plus que des précipités cristallisés, tels que les porphyres schisteux, les roches dites *grunstein* (2).

De cette hypothèse de Werner, il résulterait une possibilité d'expliquer pourquoi l'on trouve des cônes basalti-

(1) *Bergmann*, de Productis vulcaniis.
(2) *Werner*, Classification des roches, etc., etc. *Daubuisson*, Journal des mines *passim*.

ques isolés qui s'élèvent au milieu d'un terrain, différent d'eux par sa nature. Car on peut concevoir que les parties les moins cristallisées de la dissolution basaltique, les parties mêlées d'argile et de gravier, après avoir été déposées et desséchées, sont entrées en décomposition, et ont été entraînées avec d'autres terrains, par des courans d'eau, loin des flancs de montagnes qui en étaient recouverts. En quelques endroits, cette masse de basalte décomposée s'est étendue plus tranquillement sur des terrains considérables. Les amas de basalte, qui ne sont point décomposés, ont en même temps préservé les terrains qu'ils recouvraient de cette dégradation lente, à l'action de laquelle presque toutes les roches anciennes sont soumises. Ainsi, c'est par une suite de l'enlèvement et de la disparition des couches basaltiques inférieures, que ces cônes isolés ont acquis leur forme particulière et cette position unique, cet aspect qui étonne l'œil de l'observateur.

Cette hypothèse de Werner, que des observations plus multipliées feront adopter ou rejeter, n'explique au fond que le gisement des basaltes et non point leur origine; on peut, en admettant l'hypothèse de Werner, attribuer la naissance de la dissolution des matières constituantes du basalte à telle cause qu'on voudra; il est même très-probable que le calorique y a joué le principal rôle, en faisant entrer en fermentation et en fusion pâteuse les substances probablement cristallisées qui fournirent les matériaux de cette dissolution; mais cette fermentation et cette fusion, qui ont été suivies d'une nouvelle coagulation des molécules et de leur retrait en formes prismatiques; n'appartiennent en aucune manière au système des phénomènes, dus à l'action des volcans actuellement brûlans ou d'autres volcans anciens semblables, quelque puissans qu'on les suppose. Le magnétisme polaire que Haüy a observé dans les basaltes (1) semble indiquer que ces roches étaient originairement

Sur la coagulation des basaltes.

(1) Traité de minéralogie, IV, 485.

des *trapps* dans lesquels une lente et tranquille dilatation des molécules a développé le fluide magnétique. Il est à désirer qu'on observe la direction des colonnades basaltiques et la position de chaque prisme par rapport à l'équateur et aux pôles magnétiques.

Circonscrits par les bornes de notre ouvrage, nous abandonnons cette importante discussion sur les roches coagulées, pour passer à la considération des masses formées par *accumulation*. C'est une partie du globe que nous voyons, pour ainsi dire, sous nos yeux. Terrains d'accumulation.

Les *sablons*, les *graviers*, quelques argiles de transport, c'est-à-dire qui, en glissant ou roulant, ont changé de gîte; et parmi lesquels Werner place l'argile glaise ou terre de potier; les *tufs* ou substances pierreuses formées par incrustation comme les stalactites des cavernes et le *sinter* ou dépôts pierreux des eaux courantes; les *brêches* dites *tertiaires*, c'est-à-dire, des fragmens de roches plus anciennes, unis par un ciment de tuf; la *mine de fer marécageuse*, quoique formée par précipitation chimique; quelques terres bitumineuses et alumineuses; la terre végétale et le *limon* des marais; la *tourbe*, composée de débris végétaux plus récemment ensevelis, moins décomposés, moins bituminés que les houilles; les *bois bitumineux fossiles*, substance qui paraît être une houille commencée, et qui même, en quelques endroits, se rapproche du véritable charbon de terre; voilà les parties qui constituent ordinairement les *terrains d'accumulation*. Nous en ferons connaître la diverse origine en traçant ci-après l'histoire des changemens arrivés à la surface du globe.

Les matières rejetées par les volcans forment la septième classe de masses solides que nous avons à considérer.

Parmi les *produits volcaniques*, il y en a qui ont éprouvé la fluidité ignée; on les appelle *laves*, dans le sens propre du mot. Nous venons de voir que c'est parmi ces substances que plusieurs minéralogistes français ran- Produits volcaniques.

gent les *basaltes*, que d'autres naturalistes regardent comme ayant été formés par la voie humide. Nous avons regardé ces roches comme le produit d'une formation antérieure en même temps aux mers et aux volcans actuels, et nous aurions cru agir arbitrairement en plaçant parmi les matières rejetées par les volcans, une substance qui ne forme nulle part des coulées de laves bien évidentes. Il est vrai cependant que plusieurs laves véritables ont pour base du pétrosilex, du feldspath, du grenat ou plutôt de l'amphigène (1), et autres substances pierreuses, qui ont conservé leur aspect de pierre, et qui même renferment des cristaux intacts; mais ces laves ne prennent jamais la configuration régulière des basaltes (2). D'autres laves ont été vitrifiées, comme l'*obsidienne* ou l'*agathe d'Islande*, qui a tout à fait l'aspect du verre. Le verre volcanique a souvent un aspect émaillé ou perlé; on en trouve en forme capillaire.

Laves lithoïdes, vitrifiées, etc.

La *pierre-ponce* ou *lave pumicée*, est un des produits volcaniques les plus connus. Dolomieu la regarde comme originaire des roches feuilletées graniteuses et micacées, ou même des granites proprement dits; « les substances » composantes de ces roches ont la faculté de se servir » mutuellement de fondans, et ont ainsi pu subir, par l'ac» tion du feu, une demi-vitrification, qui peut être compa» rée à une fritte un peu boursoufflée (3). » Cette opinion paraît vraie pour certaines espèces de pierre-ponce; mais il y en a d'autres qui proviennent des roches magnésiennes et notamment des asbestes ou amianthes décomposées (4).

Pierre-ponce.

Les *scories*, matières fortement vitrifiées, nagent quelquefois sur les torrens des laves; quelquefois elles sont lancées, comme une grêle, autour du volcan. Les *sables*

Scories.

(1) *Haüy*, Minéralog., IV, 493. *Dolomieu*, Journal de physique, pluviose an II, p. 105. (2) Comp. *Faujas Saint-Fond*, Géologie, II, partie 2. (3) *Dolomieu*, Voyages aux îles Lipari, p. 6.

(4) *Bergmann*, de Productis vulcaniis. *Spallanzani*, OEuvres, II, 229, trad. de Senebier.

volcaniques paraissent être produits par le dernier degré de scorification des laves, ou par la décomposition des scories, lorsque celles-ci ont été lancées.

Les *pouzzolanes* n'ont point éprouvé, comme les laves, la fluidité ignée ; ce sont des matières plus argileuses que celles qui ont formé les laves ; le soufre a moins de prise sur elles, ce qui leur a permis de résister à l'action du feu, qui, au lieu de les scorifier, les a seulement calcinées et cuites. Plus pesantes que les scories, elles tombent près du centre de la montagne volcanique. Unies à la chaux, elles donnent un ciment de la plus grande solidité. Les Romains s'en servaient, de préférence, dans la construction de leurs aqueducs. Pouzzolanes.

Les *cendres volcaniques* sortent des cratères au milieu d'une colonne de fumée, et sont ensuite transportées par les vents, à de grandes distances. Celles d'Etna arrivent à Malte, et, dit-on, même en Afrique. Lorsque ces cendres sont encore suspendues dans l'atmosphère, et que les vapeurs qui s'y trouvent en même temps dissoutes se condensent, il se forme, par le mélange des unes et des autres, de ces pluies terreuses, qui tombent quelquefois à une assez grande distance des volcans. Ces cendres, à cause de leur extrême finesse, s'introduisent partout, jusque dans les armoires, où elles se mêlent aux alimens ; mais cet inconvénient est compensé par l'avantage qu'elles ont de fertiliser les terrains ravagés par les torrens enflammés (1). Cendres volcaniques.

La chaleur des volcans produit, par sublimation, différentes substances, telles que du soufre, de l'ammoniaque muriaté, de l'arsenic sulfuré, et du fer.

Le *tuf* volcanique est une matière produite par l'agglutination des cendres volcaniques ou des fragmens de scories. Les éruptions boueuses, qui ont lieu dans certains volcans, peuvent être considérées comme la principale cause de la formation des tufs volcaniques ; des masses d'argile ou de boue liquide, en coulant sur des cendres Tuf volcanique.

(1) *Dolomieu*, Mém. sur les îles Ponces, p. 336 *sqq.*

rejetées par le volcan, s'incorporent avec elles (1). D'autres fois les matières volcaniques, en coulant dans la mer, y peuvent être agglutinées par un ciment lapidifique, tenu en dissolution par les eaux marines (2).

Laves décomposées.

Nous n'entrerons point dans une indication détaillée des substances contenues dans les laves et dont l'origine embarrasse encore les naturalistes. Mais nous devons dire quelques mots sur les *laves altérées* ou décomposées. C'est une question importante, mais obscure, si les laves, par l'action de l'air et de l'eau, se réduisent en terre, ou du moins se ramollissent en partie. L'Italie a paru fournir des exemples favorables à cette opinion; l'Islande offre les preuves du contraire. Probablement, aucune lave vitrifiée ne se décompose-t-elle; mais celles qui ont été calcinées, s'altèrent par l'action des vapeurs acido-sulfureuses. La mine d'alun de la Tolfa, dans l'ancien État romain, en offre un exemple: c'est une lave qui, décomposée par l'acide sulfurique, est devenue blanche et friable (3). Bergmann a exposé des laves calcaires noirâtres et compactes, venues du Vésuve, à la vapeur de l'acide sulfurique: elles ont pris en peu d'heures l'aspect et la texture de la craie, semblables en cela aux roches voisines de la Sulfatara (4). Il y a des naturalistes qui regardent comme attaquables par les gaz acides, toutes les laves, même les plus fortement vitrifiées; l'acide sulfurique dissout d'abord le fer, ensuite la terre alumineuse et la chaux, de sorte que la terre quartzeuse inattaquable aux acides, mais atténuée et mise à nu, est à la fin entraînée par les eaux (5). Mais ce sont là des possibilités plutôt que des faits observés. On conçoit du moins assez généralement que l'oxigène de l'air a très-peu d'influence sur les laves, et que l'action des gaz sulfurique, carbonique et

(1) *Dolomieu*, Voyage aux îles Lipari, 56.
(2) *Delamétherie*, Théorie de la terre, II, 482, deuxième édition.
(3) *Dolomieu*, cité par *Haüy*, Minéralog., IV, 505.
(4) *Bergmann*, Géog.-Physique, II, 197, en suédois.
(5) *Faujas Saint-Fond*, Minéralogies des volcans, chap. XIX, p. 374.

autres, doit être circonscrite à un petit nombre de lieux.

C'est après les substances volcaniques qu'il convient de nommer celles qui doivent à l'action des incendies souterrains des dépôts de charbon de terre; la mieux connue est celle qu'on nomme communément *jaspe-porcelaine* (1).

L'atmosphère a de tout temps contribué à augmenter le nombre des substances solides du globe; les *pluies de pierres*, décrites comme des prodiges par beaucoup d'historiens grecs et romains, viennent enfin d'être mises hors de doute par les observations éclairées de *Biot*, de *Chaldini* et de plusieurs autres savans. Toutes ces substances, lancées sur la terre du haut des cieux, contiennent les mêmes élémens, de la silice, du fer et du nickel; elles semblent n'être que les noyaux des globes de feu qu'on voit souvent traverser l'atmosphère avec un éclat éblouissant, pour disparaître en un clin d'œil. Ainsi les *bolides* ou pierres atmosphériques seraient des concrétions formées par les gaz élémentaires et peut-être par un effet de l'électricité; mais elles peuvent aussi être regardées comme autant de satellites ou lunes en diminutif qui, tournant autour de notre planète, finissent par s'y réunir, lorsque des causes inconnues, mais faciles à concevoir, leur ont fait perdre une partie de leur force centrifuge. Le sage *Franklin* a-t-il eu tort de penser « qu'il y a pu avoir un » temps où il pleuvait des pierres comme aujourd'hui il » pleut de l'eau? »

Bolides. Pluies de pierres.

Il ne nous reste qu'à jeter un coup d'œil sur les substances étrangères au règne minéral, et qui se trouvent comme intercalées parmi celles qui forment la croûte solide du globe. Elles méritent qu'on leur consacre une section particulière.

(1) Thermantide porcellanite de *Haüy*, IV, 510.

LIVRE TRENTE-QUATRIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des débris fossiles des corps organiques, végétaux et animaux.

Les restes d'êtres organiques enfouis dans les entrailles de la terre, sont autant de médailles géologiques, mais des médailles sans date. La différence d'âge et d'origine entre les terrains secondaires et tertiaires deviendrait très-facile à saisir, si l'on pouvait classer précisément et complétement les débris des corps organiques, chacun d'après son terrain : mais ce grand travail, mal conçu par les géologues systématiques, n'est que depuis peu devenu l'objet des recherches vraiment sifiques (1).

Coup d'œil général.

Les corps organiques fossiles appartiennent à trois classes : les *débris* qui ont conservé leur état naturel, du moins en partie ; les *substances pétrifiées*, et les *empreintes*.

Débris fossiles.

Les débris de la première classe sont principalement des ossemens et même des squelettes entiers, qui, après avoir été dépouillés de la peau et des chairs qui les couvraient, sont restés les uns enfouis dans la terre, les autres cachés dans de profondes cavernes. Tantôt ils sont calcinés en totalité ou en partie, sans avoir perdu leur configuration ; tantôt ils conservent non seulement leur texture, mais même quelques restes de chairs et de peau. On en voit qui sont incrustés d'une croûte calcaire.

(1) *G. Cuvier*, Extrait d'un ouvrage sur les espèces des quadrupèdes dont on a trouvé les ossemens dans l'intérieur de la terre. Paris, an IX. Et ses *Mémoires* dans les *Annales du muséum d'histoire naturelle*. *Lamarck*, Mémoires sur les coquillages fossiles des environs de Paris. *Annal. du muséum*. *Blumenbach*, Specimen archæologiæ telluris ; *voyez*, Gazette des sciences de Gottingue, n° 199.

Les *pétrifications*, en prenant ce terme dans le sens vulgaire, comprennent tous les corps pierreux qui ont la figure d'un corps organique. Il y a eu des cas où un suc pierreux a coulé dans une cavité, formée par un corps organique, lequel a disparu. Alors la masse pierreuse s'est écoulée dans la cavité qui était restée vide, et a pris les formes extérieures du corps organique qui y était auparavant. Si ce corps était, par exemple, une branche ou un tronc d'arbre, la pierre aura à son extérieur des nœuds, des rugosités; mais, dans l'intérieur, elle offrira tous les caractères d'une vraie pierre; elle ne sera, pour parler avec Haüy, « que la statue de la substance qu'elle » a remplacée. » Pétrifications.

D'autres fois une substance végétale ou animale, en se décomposant successivement et par degrés marqués, est déjà entourée et pressée par un suc pierreux. A mesure qu'une molécule organique se dissout et disparaît, une molécule pierreuse la remplace. Ainsi, de molécule en molécule, la matière pierreuse s'arrange dans les places restées vides par la retraite graduée des parties végétales ou animales; et, en se moulant dans ces cavités, elle copie, trait pour trait, la contexture du corps organique. Voilà comment on explique communément la formation de ce qu'on appelle *bois pétrifiés*; imitation si fidèle du vrai bois, que, sur la coupe transversale, on distingue l'apparence des couches concentriques qui, dans l'arbre vivant, provenaient de son accroissement annuel. Quelquefois on est même en état de reconnaître, dans les linéamens de la contexture, l'espèce à laquelle appartenait l'arbre qui a été reproduit en pierre (1). Bois pétrifiés.

Les *corps métallisés* et ceux qui ont été changés en bitume ou en charbon, appartiennent au même système de formation. Ainsi les *turquoises*, par exemple, sont des dents molaires de quelque grand animal marin; une Corps métallisés.

(1) *Monge* le jeune, *Journal de physique*, 1731, pages 255 et suiv. (Comp. *Daubenton*, dans les *Leçons de l'École normale*, tome III, pages 393 et suiv.).

substance métallique qui les a pénétrées et s'est peu à peu substituée aux parties les plus molles de l'os.

Delamétherie observe (1), ce me semble avec beaucoup de raison, que les parties siliceuses, si abondantes dans plusieurs corps organiques, ont cristallisé dans le sein de la terre, et produit une grande partie de la matière pierreuse qui constitue les pétrifications : car celles-ci étant souvent de nature siliceuse, quoique trouvées au milieu des argiles, d'où serait venu ce suc siliceux, si ce n'est du corps pétrifié même ?

Empreintes.

Les *empreintes* se trouvent entre les feuillets de certaines argiles schisteuses ; ce sont des reliefs ou des creux représentant des squelettes d'animaux, surtout des poissons, des feuilles, des roseaux, des plantes entières, principalement de l'espèce des fougères. Ces dernières empreintes ont cela de singulier, que si l'un des feuillets offre l'empreinte en creux de la face opposée à celle qui porte les fructifications (ce qui est le cas le plus ordinaire), l'autre feuillet offrira, non pas le creux de la face des fructifications, mais le relief de la même face, qui est en creux sur l'autre feuillet. Apparemment, comme *Brugnières* l'explique (2), la fougère, déposée sur l'argile molle, a été recouverte par un nouveau dépôt. Dans la suite, cette plante, réduite en matière charbonneuse, ou pénétrée par les parties les plus déliées du dépôt schisteux, s'est comme incorporée et identifiée avec celui-ci ; et, comme la face des fructifications est inégale, celle opposée plus lisse, il est naturel de croire qu'il y a eu moins d'adhérence entre l'argile et cette dernière face. Voilà pourquoi c'est ordinairement celle-ci qui se présente lorsqu'on sépare les feuillets du schiste argileux.

Nous allons considérer successivement les diverses classes de débris fossiles.

Les pétrifications des végétaux semblent appartenir aux

(1) Théorie de la terre, tome II, page 543.

(2) Journal d'Histoire naturelle, n° 4, pages 125 et suiv.

schistes quartzeux alumineux et magnésiens, de préférence aux roches calcaires. La substance pétrifiante est le plus souvent du quartz-agathe, de l'onyx, du jaspe (1); il n'est pas rare d'en rencontrer qui ont été formées par du pyrite (2); on en a vu un morceau qui était pyritisé d'un côté et agathisé de l'autre (3). Les végétaux pétrifiés en chaux, en gypse, et même en argile, paraissent moins fréquens. Des épis fossiles imprégnés d'argent, de cuivre et d'autres substances métalliques, ont été trouvés en Suisse et près de Frankenberg dans la Hesse (4). Quelquefois on ne reconnaît que les formes extérieures du végétal; d'autres fois, on distingue les divers anneaux de bois et le tissu de l'écorce. Les *ostéocolles* paraissent être des incrustations formées autour d'une racine végétale qui, privée de ses sucs nourriciers, a fini par disparaître. On parle des fruits pétrifiés, mais les véritables sont très-rares. On les a trouvés à des hauteurs où il n'en croît point aujourd'hui. Un tronc d'arbre pétrifié doit se trouver sur le mont Stella, au pays des Grisons, à 4000 pieds au-dessus du niveau où croissent les derniers arbustes (5); des couches entières de bois pétrifié existent à 1500 pieds d'élévation au-dessus de la mer, près de la ville de Munda en Espagne (6).

Végétaux pétrifiés.

Les empreintes des végétaux se trouvent presque exclusivement dans les schistes marneux et argileux. Celles des feuilles et des branches sont communes; il s'en est rencontré qui retracent la délicate structure des fleurs, entre autres un *aster Alpinus*, près d'Iblefeld dans le comté de Hohenstein (7). Comme les pétrifications, elles représentent quelquefois des plantes indigènes ou natives

Empreintes des végétaux.

(1) *D'Argenville*, Oryctologie, p. 355, tab. XX. *Stoppen*, Récréations physicales, I, 702. *Schulzen*, sur les Bois pétrifiés. Dresde, 1754. (2) *Henckel*, Pyritol., 224, 227 (en latin). *Denso*, Biblioth. physicale, I, 158. (3) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 307. (4) *Scheuchzer*, Oryctograph. helvét., 209. *Lehmann*, Mémoires physico-chimiques (en all.). (5) Mémoires de l'académie des sciences de Paris, an 1710. (6) *Hollmann*, Philosoph. transact., an 1760, p. 506 *sqq.* (7) *Bergmann*, Géog.-Phys., I, 303.

des régions peu éloignées ; mais plus souvent à celles qu'on trouve en Europe, appartiennent aux climats tropiques, à l'Inde et à l'Amérique.

Ces végétaux sont exotiques.

Bernard de Jussieu avait remarqué, il y a bientôt un siècle, que la plupart des plantes fossiles qu'on trouve dans les schistes bitumineux de Saint-Chaumond, près de Lyon, étaient étrangères à nos climats. On y reconnaît surtout un fruit d'un *nyctantes*, des *polypodium* et des *adanthium* (1). Dans un schiste marneux fossile, recouvert par des laves, *Faujas Saint-Fond* a trouvé les empreintes du gossypium en arbre, des liquidambar-styrax, de cassia-fistula et autres végétaux des climats tropiques. Ce même observateur a découvert des fruits du palmier-aréca dans un dépôt de bois fossile décomposé, nommé *terre d'ombre*, près de Cologne (2).

L'Allemand *Scheuchzer*, qui a donné un *herbarium antediluvien* ; les Anglais *Woodward* et *Luyd*, et beaucoup d'autres savans, ont prouvé les mêmes circonstances pour les plantes fossiles de leur pays. *Delamétherie* a fait voir que le gommi élastique fossile de Derbyshire était le cahout-chou, qui ne croît qu'au Pérou. Le succin de Prusse paraît provenir des forêts d'arbres à gomme.

Bois bituminisés.

Les bois bituminisés, quoique enfoncés à d'assez grandes profondeurs, peuvent tenir à des révolutions moins anciennes ou moins violentes ; on en a trouvé des morceaux dont un bout était à l'état naturel et l'autre bituminisé (3). Des bois sont souvent d'espèces indigènes : à Upsal on conserve un grand morceau d'aune, changé en jayet, ayant encore l'écorce et les bourgeons très-reconnaissables ; il vient de la Scanie (4). Ainsi les bois bituminisés se rapprochent par degrés des *forêts souterraines*, ou des amas de bois qui ont été simplement enterrés par quelque bouleversement moderne.

Coquillages.

Parmi les restes du règne animal, les *coquillages* et

(1) Mémoires de l'académie des sciences, 1718. (2) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1452. (3) *Lehmann*, cité par *Bergmann*, Geog. Phys., I, 306. (4) *Bergmann*, ibid.

les *zoophytes* sont les plus abondans ; ils occupent même des espaces immenses, mais principalement dans les terrains calcaires. La France nous en fournit les exemples le mieux connus. Les seuls environs de Paris ont déjà fourni à M. *Lamarck* plus de soixante genres, et [illegible] savante classification est loin d'être terminée (1). On sait qu'une vaste couche de craie, accompagnée des bancs de calcaire coquillier, s'étend de Rhétel, à travers les départemens de la Marne et de l'Aube, vers Sens (2). La quantité de corps étrangers qu'on a trouvés dans cette bande de craie ou dans son voisinage, est très-considérable. « Aux environs de la ville de Reims on trouve des carrières remplies de bélemnites transparentes, d'oursins, » de pyrites de différentes formes ; on y voit pêle-mêle » des cornes d'ammon, du talc fossile, du bois pétrifié, » des morceaux de glaise pleins de feuillages. » Les côtes, depuis Châlons jusqu'à Reims, sont pétries de craie. On y trouve des bélemnites, des peignes, des oursins, des dents de poissons, des pointes d'oursins. Le canton de Courtagnon offre un banc de coquilles de plusieurs myriamètres de longueur, sur près de deux de largeur. Il contient quantité de fossiles, conservés en entier ; quelques-uns ont conservé leur couleur et leur poli. « On en » voit de plus de soixante espèces, tels que les huîtres » pourpres, peignes, camés, tellines, des vermisseaux » moulés, des boucardes, manches de couteau, porcelaines, cornes d'ammon, nérites, sabots, lepas, cornets, rouleaux, arches de Noé, bonnets chinois, glossopètres, et autres d'animaux et coraux fossiles (3) ».

Leur abondance en France.

Au bas de la ville de Montmirail, entre la ferme de Tigecourt et un hameau appelé le Faussat, au confluent du ruisseau de Saint-Martin avec la rivière appelée le Petit-Morin, se trouve un banc de sable très-étendu,

(1) *Bruslé*, Statistique du département de l'Aube, p. 6.
(2) Description du *département de la Marne*, par la Société d'Agriculture et des Sciences du département, p. 46 et suiv.
(3) *Coquebert-Monbret*, Journal des Mines, n° 94, p. 316.

rempli de coquilles fossiles de toutes espèces : ce banc a 5 mètres de hauteur, il est couvert de 65 centimètres de terre végétale ; au-dessous du banc de coquilles est un banc de sable jaune et gris, dont les couches sont presque horizontales et parallèles à la pente du terrain. Les carrières d'Epernay et de Dizy, le long de la Marne, fournissent à peu près les mêmes fossiles, ainsi que du bois pétrifié qui ressemble beaucoup au vrai châtaignier. Dans le cabinet d'histoire naturelle de Châlons, on conserve une dent de requin incrustée dans de la craie, et un oursin pétrifié, trouvés à 27 mètres de profondeur.

Toutes les plaines de la ci-devant Ile-de-France offrent de vastes bancs de pierres calcaires et sablonneuses, remplies ou plutôt composées de coquillages, les uns appartenant aux espèces qui habitent nos mers, les autres semblables à celles qui vivent dans les eaux douces ; circonstance qui établit entre elles une différence d'âge et d'origine (1).

Les Faluns de la Touraine.

Le sol français offre encore une énorme couche de coquillages qui ne s'est recouverte d'aucune autre substance. Je veux parler des *Faluns* de la Touraine, banc continuel de coquillages, d'environ 9 lieues anciennes carrées de surface, sur une épaisseur au moins de vingt pieds. On en estime la masse à 170 millions de toises cubes (2).

Remarque sur les coquillages d'Allemagne.

Les autres contrées de l'Europe ne fourmillent pas moins de coquillages fossiles. Vingt pages ne suffiraient pas pour donner l'énumération des endroits de l'Allemagne où l'on en a trouvé ; mais une remarque générale des savans allemands mérite toute notre attention. Les terrains calcaires de transition et les schistes de la même formation, dans la chaîne du Hartz, ne contiennent que des zoophytes, tels que des madrépores, millepores, terebratulites ; les roches stratifiées, regardées comme les plus anciennes, offrent,

(1) *Cuvier* et *Brongniard*, Géographie-Physique des environs de Paris, *Annales du Muséum*, XI, 293.

(2) *Réaumur*, Mém. de l'acad. des sciences, en 1720, p. 404.

outre les zoophytes, des belemnites, des ammonites, encrinites, pentacrinites, en un mot, les coquillages les plus éloignés des genres actuellement vivans (1). Au contraire, les roches calcaires les plus modernes, celles du mont Bolca, près Vérone, et les collines de craie de l'Angleterre et de la Sélande renferment des genres rapprochés à ceux qui existent encore, tels que les ostracites, pectinites, buccinites, nautilites, chamites et autres (2).

Coquillages dans le nord et le midi de l'Europe.

Le nord et le midi de l'Europe ne le cèdent point aux parties centrales à cet égard. Les roches calcaires de Rœttvik, en Suède, à 3000 pieds au-dessus de la mer, la terre végétale de la Finlande et les couches argileuses des îles de la Norvège fourmillent de coquillages, les unes entières, les autres presque changées en terre (3). En Italie, on voit près de Bologne une couche de sable formée de cornes d'ammon qui n'ont pas une ligne d'épaisseur (4). En Grèce, en Espagne, on ne marche le plus souvent que sur des coquillages. Ramond en a trouvé dans les Pyrénées, sur le sommet du Mont-Perdu, à 1763 toises de hauteur; Lamanon, dans les Alpes dauphinoises, à 1241 toises; Guerin, sur le Mont-Ventoux, à 1027 toises; et Saussure, dans les Alpes de Savoie, à 984 toises : on pourrait presque dire que partout où il y a du calcaire en Europe, il y a des coquillages (5).

Coquillages en Asie et en Afrique.

Tout concourt à nous faire regarder les autres parties du monde comme parfaitement semblables à l'Europe, sous le rapport de l'abondance des coquillages. On connoît les vastes amas d'échinites de la Libye; ceux de la Barbarie ont été décrits par Shaw, et nous savons par Rœmer, qu'il s'en trouve dans les mines d'or d'Akim en Guinée (6). Le Liban est semé d'échinites (7); le Mont Carmel d'huîtres

(1) *Freisleben*, Observations sur le Hartz, II, 81.
(2) *Steffens*, Beytræge zur innern, etc., p. 87.
(3) *Bergmann*, Géograph.-Phys., I, 287. *Linné*, Pantopp, dan., etc.
(4) Comment. Bononienses, p. 66. (5) *Faujas Saint-Fond*, Essais de géologie, II, 61, 66. (6) *Rœmer*, Voyage, etc., p. 20. (en all.).
(7) *Paul Lucas*, Voyage, etc., II, 380.

pétrifiées (1). Les chaînes qui bordent la mer Caspienne, offrent des coquillages jusqu'aux niveaux où elles dépassent les nuages (2). On en voit des couches interposées parmi les autres roches du mont Taurus en Caramanie (3). Les montagnes de la Chine en sont couvertes selon les Jésuites (4), et la Sibérie a offert aux voyageurs russes, non seulement des coquilles calcinées, mais aussi de pyritisées, en même temps que des madrépores (5). Le savant voyageur *Péron* a vu les côtes de Timor, de la Nouvelle-Hollande et de beaucoup d'autres terres océaniques, composées en grande partie d'accumulations de testacés marins. Si nous regardons l'Amérique, nous apprenons de Kalm que les États-Unis et le Canada renferment d'énormes couches de calcaire; nous voyons l'amiral Narborough chercher en vain dans la baie de Saint-Julien, les huîtres analogues aux coquillages dont il trouvait les montagnes voisines composées; enfin, au centre de cet hémisphère, M. de Humboldt nous montre la haute chaîne des Andes, recouverte d'ostencites jusqu'à l'élévation de 2,200 toises (6).

Coquillages sur les cordillières.

Les autres animaux marins ont laissé des débris moins abondans, car les *poissons* sont, après les testacés, les plus fréquens; on en trouve en Suisse près de Glarus dans des schistes ardoises; en Allemagne, dans le schiste marneux, bitumineux de Pappenheim; dans le schiste cuivreux d'Eisleben; dans le schiste puant d'Ochningen en Égypte et en Syrie; dans des roches calcaires sur la côte de Coromandel, et dans plusieurs montagnes de la Chine (7). L'endroit qui en a fourni le plus grand nombre, c'est le mont Bolca près de Vérone en Italie.

Poissons fossiles.

La France en a offert des exemples très-curieux. Il

(1) *Corn. le Bruyn*, Voyages au Levant, ch. 59.

(2) *Kœmpfer*, amœnitat. exot., 430. (3) *Figueroo*, ambassadeur espagnol, cité par *Leibnitz*, Protogea, §23. (4) *D'Incarville*, Philosoph. transact., vol. XLVIII. (5) *Géorgi*, Description de la Russie, III, 599, etc., etc. (6) *Humboldt*, Tableau des régions équinoxiales, p. 126-127. (7) *Scheuchzer*, Piscium querelæ et vindiciæ, Zurich, 1708. *Knorr*, lapides diluvii testes. (Nuremberg, 1749.) Tab. 17, 18. *Gessner*, de petrificatis, cap. 27, p. 60, édit. de 1759.

a été déterré à Grandmont, à quatre lieues de Beaune, en Bourgogne, un poisson dans un banc de pierre calcaire gris et dure; un autre qui avait dix pouces dix lignes, a aussi été trouvé dans un banc massif de pierre, à dix-sept pieds de profondeur, à Nanterre, près Paris; ce sont les deux seuls exemples de ce genre, les autres poissons fossiles que l'on a découverts jusqu'ici, n'étant pas incrustés dans le massif de la pierre, mais dans des couches plus récentes. Le poisson de Nanterre paraît appartenir au genre des coriphènes, dont les analogues vivent dans les mers équatoriales (1). D'autres poissons fossiles ont été trouvés à Montmartre, et au hameau de Devey-Lourane, département de l'Ardèche. Poissons fossiles de Nanterre.

Les *glossopétres* sont des dents de requin (*squalus maximus*), et se trouvent presque partout, même adhérentes à l'os maxillaire (2). Les terrains calcaires qui bordent toutes les côtes de la Méditerranée, en ont offert une grande quantité; elles sont fréquentes en Livonie, dans les collines du mont Ural et dans les falaises qui bordent les rivières de Sibérie. Glossopétres.

Les poissons, quoiqu'il s'en trouve aussi dans le calcaire et les grès, semblent avoir été principalement enveloppés par la formation des schistes marneux; mais, est-ce à l'huile de poisson que ces schistes doivent les uns leur bitume, les autres leur odeur urineuse? Cette opinion de Werner mériterait d'être examinée. Remarque générale.

Il paraît que les amphibies n'ont existé en grand nombre qu'après l'âge qui vit naître les poissons. Des écrevisses se rencontrent néanmoins à Pappenheim, à Glarus, à Vérone et autre part à côté des poissons. On a trouvé une tortue entière dans du grès, près Berlingen (3). Dans les environs de Bruxelles, d'Aix en Provence, dans les carrières du grand Charonne, près Paris, on a trouvé diffé- Amphibies fossiles.

(1) *Faujas*, Essai de géologie, page 126, et les *Annales du Muséum*.
(2) *Leibnitz*, Protogea, § 26-31. Tab. VI, VII, et les dissertations citées par *Bertrand*, Dictionnaire des fossiles, au mot *glossopeta*.
(3) *Bergmann*, Géog.-Phys., I, 276.

rentes espèces de tortues fossiles (1) ; mais les amphibies les plus remarquables sont les diverses espèces de lézards qu'on a nommés généralement *crocodiles fossiles*, quoiqu'il soit aujourd'hui démontré que ce sont pour la plupart des espèces très-différentes du crocodile et en partie inconnues (2). Les schistes cuivreux de la Thuringe en ont fourni un certain nombre (3) ; on en a trouvé à Whitston, en Angleterre, dans de l'argile ; les plus fameux sont ceux qu'on a découverts dans les vastes carrières de Mastricht, au-dessous d'un grand massif calcaire.

Crocodiles fossiles.

Les animaux marins fossiles, sont en grande partie étrangers aux climats actuels des contrées où ils se trouvent enfouis. L'abbé *Fortis* a fait voir que les poissons pétrifiés du mont Bolca, dans le Véronais, avaient leurs analogues vivans dans les mers d'*Otaïti* (4). Selon Linné, les porpites de Gothlande paraissent être des pétrifications des méduses de l'Inde (5). Les madrépores si abondans en Russie dans les solitudes glaciales de la Sibérie, ne vivent aujourd'hui que dans les mers voisines de l'équateur et des tropiques. Les analogues de la plupart des coquillages pétrifiés d'Angleterre, ne se retrouvent dans l'Océan Atlantique, que vers les rivages de la Floride (6). *Dicquemare* a trouvé près du Havre, une coquille qui ne vit aujourd'hui qu'à Amboine (7). *Scheuchzer* a donné la description de beaucoup de coquilles fossiles d'Allemagne, dont les analogues vivans n'existent pas dans nos mers, et peut-être nulle part sur le globe. Il paraît hors de doute que les analogues de plusieurs coquilles fossiles, telles que les ortho-ceratites, les ammonites, les gryphites, les pierres judaïques, plusieurs échinites et autres n'existent plus, ou n'existent que dans la profondeur des mers. Les bancs de ces espèces de coquilles fossiles sont

Ces animaux sont exotiques.

(1) *Faujas*, Géologie, I, 187. (2) *Cuvier*, Annales du Muséum, XII, 73, 145, etc. (3) Miscell. berolineus, 1710, p. 103.

(4) Journal de physique, 1786. Mars, page 162. (5) *Linné*, Amœnitates academicæ, I, p. 91, IV, tab. 3. (6) *Kalm*, Dissertatio de ortu petrificat., p. 7. (7) Journal de physique, 1776. Janvier, p. 39.

appelés *pélagiens*, tandis qu'on désigne sous le nom de *bancs littoraux* ceux qui contiennent des coquilles indigènes, et déposés par la mer actuelle. Toutefois, on n'oserait garantir qu'aucun d'eux eût des analogues vivans d'une parfaite ressemblance. Bancs pélagiens et littoraux.

Mais ce fait, général pour l'Europe et le nord de l'Asie, l'est-il également pour l'Afrique, l'Amérique méridionale et la Nouvelle-Hollande ? Y retrouve-t-on les coquillages et les poissons de nos mers septentrionales ? On l'ignore. Les testacés de la Libye ressemblent à ceux du golfe Arabique ; mais on assure qu'à Fez, dans le Maroc, on trouve un mélange de coquillages d'Europe et d'Amérique (1).

Plusieurs circonstances singulières accompagnent ces monumens géologiques. La coquille pétrifiée et parfaitement conservée, est souvent à côté de plusieurs autres calcinées, vermoulues, détruites. Ici, les couches de coquillages sont horizontalement avec la partie concave en haut et sans aucun mélange étranger (2) ; là, comme près Uddevella en Suède, ces débris, roulés dans le plus grand désordre, se trouvent au milieu des fragmens de granite, des sables et de l'argile (3). Quelques poissons ont été tout d'un coup enveloppés de la matière qui contient leur empreinte ou leur statue en pétrification (4). On aperçoit encore les mouvemens convulsifs que ces animaux ont faits pour échapper à la terrible catastrophe dont ils sont les monumens. D'autres fois, le rapprochement de ces débris avec les minéraux, présente des cas singuliers ; à Jarlsberg en Norvège, on trouve des moules dans une mine d'aimant (5) ; des coquillages pétrifiés avec des filets adhérens d'or et d'argent, ont été rencontrés en Angleterre et en Sibérie. Les plus rares objets dans ce genre, paraissent être les moules en cinabre, remplis de la même matière (6). Circonstances remarquables.

(1) *Bourguet*, Traité des pétrifications. (2) *Kalm*, Voyages, etc., I, 292 (en suédois). (3) *Wallerius*, Dissertat. de collibus Uddewallensibus. (4) Voyez *Piscium querelæ et vindiciæ*, par *Scheuchzer*, etc. (5) *Cronstedt*, Minéralogie, p. 244 (en suéd.). (6) *Bergmann*, Géog.-Phys., I, 301.

Ainsi, avant que nos montagnes stratifiées et les métaux qu'elles contiennent, se formassent, avant que de leurs débris il naquît des terrains d'accumulation, le globe a dû être recouvert en grande partie et à plusieurs reprises, tantôt d'eaux marines, tantôt d'amas d'eau douce, et enfin de plusieurs liquides d'une nature inconnue, chargés de matières qui ont enveloppé les madrépores, les coquillages de mer et d'eau douce, et les poissons dont nous trouvons les pétrifications ou les empreintes les unes accumulées au-dessus des autres. Dans l'immense succession de siècles qu'ont exigé ces tranquilles formations, interrompues de temps à autre par des révolutions violentes, il paraît, ou que les mammifères, les oiseaux et les grands cétacés, n'ont point encore existé, ou qu'ils ont existé dans une situation qui les mettait à l'abri des effets de ces catastrophes qui ensevelirent les innombrables générations de petits animaux marins. Du moins, on n'a trouvé aucun débris de mammifère ni de cétacé, qui fût décidément recouvert d'un banc pierreux régulier. L'exemple des os d'éléphant, trouvés sous un banc calcaire en Angleterre, n'est pas bien constaté (1). Les dents fossiles de *trichecus rosmans*, qu'on trouve dans la Sibérie orientale, et les squelettes de baleine, découverts à Quebec (2) et à Tistedal en Norvège (3), étaient dans des couches de terre meuble. Les pétrifications et les empreintes d'*insectes* et d'*oiseaux* sont peu communes et rarement bien reconnaissables. Les prétendus rayons de miel pétrifiés avec des abeilles, des larves et des œufs, trouvés dans une caverne de la Haute-Egypte, ont besoin d'une nouvelle garantie (4). Les plus anciens restes d'oiseaux se rencontrent dans les schistes marneux de Pappenheim et d'Oehningen (5); les autres ne sont généralement que des incrus-

Débris de cétacés.

Oiseaux et insectes.

(1) *Pennant*, OEuvres, XV, 158. Comp. *Cuvier*, Mémoires sur les éléphans fossiles et vivans. Annal. du Muséum, VIII, 41. (2) *Kalm*, Voyage d'Amérique, etc., III, 247 (en suéd.). (3) *Pontoppidan*, Hist. nat. de la Norvège, I, 63 (en dan.). (4) *Lippi*, Mém. de l'académie de Paris, 1705. (5) *Scheuchzer*, Vindic. piscium, tab. 2.

tations de tuf calcaire, par conséquent du dernier âge des révolutions géologiques (1).

Restes de quadrupèdes.

Un nouvel ordre de choses se présente. Nous voyons les restes des quadrupèdes accumulés dans des régions où leurs semblables ne demeurent plus aujourd'hui ; les uns sont enfouis dans des couches gypseuses comme les espèces aujourd'hui inconnues, et que Cuvier a pour ainsi dire ressuscitées, le *palæotherium* et l'*anoplotherium*, avec leurs diverses variétés, trouvées dans les terrains à plâtre des environs de Paris (2); les autres se rencontrent dans des couches de sable ou de terre marécageuse, comme la plupart des os d'éléphans, comme le *megalonyx*, animal inconnu de la famille des paresseux, ayant la taille d'un bœuf, trouvé en Virginie (3), et le *megathérium*, découvert près de Buenos-Ayres, et qui joint à un caractère rapproché de celui des paresseux, la grandeur d'un rhinocéros (4); il y en a, enfin, qui s'offrent à la vue, sans aucune enveloppe, accumulés dans de vastes cavernes; c'est ainsi qu'on a trouvé l'*unicorne fossile* dans les cavernes de Harzdorf et de Baumann, au mont Hartz, et l'*ours fossile*, dans celles de Gailenreuth et de Muggendorf, au pays de Bareuth (5).

1° Dans le plâtre.

2° Dans les marais.

3° Dans les cavernes.

Les débris fossiles de ce genre ne sont pas moins généralement répandus sur le globe que ceux des animaux marins. L'*éléphant fossile*, espèce aussi différente de celle des Indes et de celle d'Afrique que le cheval l'est de l'âne (6), a laissé les preuves de son ancienne existence dans toute l'Europe, dans l'Asie septentrionale, et dans le Nouveau-Monde. On sait que la Sibérie exporte annuellement une quantité considérable d'ivoire fossile (7), tant

Éléphant fossile.

En Sibérie.

(1) *Bergmann*, Géograph.-Physiq., I, 275. (2) *Cuvier*, Mém. sur les os fossiles de la pierre à plâtre des environs de Paris. *Annal. du Muséum*, III, 275, 364, 442; IV, 66; VI, 253. (3) *Id.*, *ibid.*, V, 358. (4) *Id.*, *ibid.*, V, 376. Description des os de megatherium, par *Bru*, ibid., 388. (5) *Blumenbach*, specimen archæologiæ telluris, *l. c.* *Id.*, Manuel d'histoire naturelle, 695. (en all.). (6) *Cuvier*, sur les éléphans vivans et fossiles, *Annal. du Muséum*, VIII, 265.

(7) *Momotova kosti*, c. a. d. os de Mammout ou momot. *Mamotova* est le génitif pluriel, en russe.

cette substance y abonde : elle se montre presque partout où les eaux de rivières minent les terrains meubles qui les bordent. Les îles de Lachof, situées au nord de la Sibérie, ne sont, selon un voyageur moderne, que des amas de sable, de glace et d'os d'éléphans et de rhinocéros, mêlés avec ceux de grands cétacés, et même, d'après les dernières relations, avec des restes d'oiseaux gigantesques. On a même trouvé en Sibérie des cadavres de cet éléphant (qu'on y nomme *memot* ou *mammouth*), couverts de leur chair et de leur peau, conservés par le froid glacial qui règne dans ces contrées (1). En Europe, c'est l'Allemagne qui en a fourni le plus grand nombre, « parce » que dans cet empire, comme dit M. *Cuvier*, il n'y a » aucun canton sans quelque homme instruit, capable de » recueillir et de faire connaître ce qui s'y découvre d'in- » téressant. » Le squelette d'éléphant trouvé à Tonna, dans la Thuringe, était dans une marne sablonneuse, recouverte par les couches du tuf calcaire, qui, dans ce pays, remplissent les cavités du calcaire stratifié (2). En France, on a rencontré beaucoup d'os d'éléphans, depuis ceux du Dauphiné, qu'on prit d'abord pour les restes d'un géant ou de Tentobochus, roi des Teutons (3), jusqu'à ceux qu'on vient de découvrir dans la forêt de Bondy, et qui sont enfouis dans un terrain noir, recouvert de sable enchâssé dans des argiles et des marnes (4). L'Italie en a offert une récolte presque aussi abondante que l'Allemagne. Les autres pays de l'Europe n'en sont point dépourvus ; l'Angleterre en contient plusieurs ; l'Ostrobothnie en fournit un exemple. Si nous passons l'Océan Atlantique, le Nouveau-Monde en présente trois emplacemens connus : l'Islande, où l'on a trouvé une dent d'éléphant (5) ; l'Amérique septentrionale, qui en ren-

Éléphans fossiles en Europe.

En Islande et en Amérique.

(1) *Adams*, Voyage à la mer Glaciale. *Annal. du Muséum.*

(2) *Freisleben*, Description minéral. du canton de Burg-Tonnus, dans le *Magasin de la science du mineur*, vol. X, p. 51. (3) *Faujas*, Ann. du Muséum, II, 24. (4) *Cuvier*, Annal. du Muséum, VIII, 21.

(5) *Bertholin*, Acta medic., Hafn, I, 83.

ferme quelques ossemens épars ; et le plateau de Quito, d'où M. de Humboldt en a rapporté plusieurs (1).

A côté du mammouth ou éléphant fossile, on doit nommer le *mastodonte*, animal assez rapproché de l'éléphant et comme lui frugivore, malgré ses dents garnies de plusieurs élévations. Cet animal, que les Anglo-Américains confondent avec le vrai mammouth, et dont on a distingué 10 espèces, toutes inconnues dans le règne animal vivant (2), a laissé ses restes imposans dans l'un et l'autre continent. Car c'est à une espèce de mastodonte qu'appartiennent, entre autres, les dents machelières changées en turquoises, trouvées près de Simorre, département de Gers, et qu'on avait d'abord attribuées à un éléphant (3). C'est sur les bords de l'Ohio et de l'Hudson, aux États-Unis, qu'on trouve les restes de la plus grande des mastodontes ; on en a aussi rencontré dans la Basse-Louisiane (4). M. de Humboldt a découvert les ossemens d'une autre espèce, dans les hautes plaines du Quito, aux pieds du volcan Inibabura, et dans l'endroit nommé *Champs des Géans*, à 1200 et 1300 toises au-dessus des mers actuelles. Mastodonte, animal fossile.

Les os de rhinocéros et d'hippopotames fossiles appartiennent à des espèces différentes de celles qui vivent aujourd'hui. Ils se trouvent souvent à côté des restes d'éléphans. Le plus fameux débris de rhinocéros est la tête qu'on a retirée presque intacte des tourbières, parmi lesquelles le Wiloui, fleuve de la Sibérie, roule ses ondes glaciales. Os de rhinocéros, d'hyppopotames, etc.

Parmi les *tapirs* fossiles, on a reconnu une espèce d'une dimension gigantesque. Même des espèces animales aujourd'hui d'une très-petite taille et que la faiblesse de Dimensions gigantesques.

(1) *Humboldt*, cité par *Cuvier*, Annal. du Mus., VIII, 57.
(2) *Cuvier*, Annal. du Muséum, VIII, 412. (3) *Cuvier*, Annales du Muséum, n° 14, page 132 ; *Faujas Saint-Fond*, Journal de physique, 1794, décembre, page 445. (4) *Peales*, Historical disquisition, etc. Londres, 1803. *Volney*, Tableau du climat des Etats-Unis, I, 100. *Cuvier*, sur le grand Mastodonte, Annal. du Muséum, VIII, 270 *sqq.*

leur constitution livre comme une proie facile à des êtres plus puissans, ont parmi les fossiles leurs analogues qui ont dû rivaliser avec les animaux les plus forts. De ce nombre nous avons déjà nommé deux espèces rapprochées de celle des paresseux, et qui ont été ensevelies l'une dans la Virginie, l'autre dans les environs de Buenos-Ayres; la première est le *megalonyx*, de la taille d'un bœuf; l'autre, le *megatherium*, qui a les dimensions d'un éléphant (1).

Carnassiers et ruminans fossiles.

Nous ne pouvons énumérer, espèce par espèce, les animaux dont on trouve des restes fossiles; on nous dispensera de discuter si les carnassiers dont les cavernes d'Allemagne renferment tant de restes, diffèrent des ours, des lions et des hyènes d'aujourd'hui; on ne voudra pas nous obliger à résoudre les incertitudes qui règnent encore à l'égard des ruminans fossiles, parmi lesquels l'*élan d'Irlande*, et le grand buffle de Sibérie, tiennent le premier rang (2). Les brèches calcaires de Gibraltar, de Cette et autres, présentent aussi d'une manière énigmatique, d'innombrables ossemens de ruminans analogues aux espèces vivantes en Europe. Nous citerons pourtant la curieuse découverte du squelette d'un animal du genre des

Sarigues.

sarigues, trouvé dans les pierres à plâtre des environs de Paris; ce genre très-particulier existe uniquement dans l'Amérique méridionale (3).

Ces découvertes, quoique encore à peine commencées, jettent déjà une lumière nouvelle sur les révolutions que notre globe a dû subir, et sur les états qui ont dû précéder l'ordre actuel de la nature.

De l'origine des os dans les cavernes.

D'abord, que d'espèces animales éteintes, et par combien de révolutions différentes! Les animaux dont les restes se trouvent actuellement dans les cavernes, paraissent évidemment s'y être retirés eux-mêmes, pour chercher un abri contre quelque révolution soudaine et dont la violence irrésistible les y a pourtant livrés à une mort

(1) *Voyez* ci-dessus, p. 285. (2) *Cuvier*, sur les os fossiles des ruminans, dans les *Annal. du Muséum*, XII, 333 *sqq.* (3) *Id.*, *ibid.*, 277-292.

commune (1). Fuyaient-ils une inondation soudaine? Demandaient-ils à ces cavernes un asile contre un funeste changement de climat? ou s'en servaient-ils pour enterrer régulièrement leurs frères morts, ainsi que font, selon quelques rapports, les éléphans d'Afrique? Dans tous les cas, l'état presque intact où se présentent plusieurs de leurs os, et la nature du tuf calcaire dont les autres sont recouverts, démontrent évidemment la date peu ancienne de cette dernière catastrophe du globe.

Origine des ossemens trouvés dans le plâtre.

Les animaux dont les restes se trouvent en si grande quantité dans le gypse, sont généralement d'une seule espèce ou du moins d'une seule famille. Cette circonstance ne se rencontre que dans les îles ou continens isolés. Il paraît donc que ces animaux ont habité de petites terres qui ont été englouties dans la mer (2).

Origine des ossemens trouvés dans les terrains meubles.

Les terrains meubles qui remplissent les fonds des vallées, et qui couvrent la superficie des grandes plaines, nous ont fourni dans les seuls ordres de *pachidermes* et des *éléphans*, des ossemens d'onze espèces, savoir : un *rhinocéros*, deux *hippopotames*, deux *tapirs*, un *éléphant* et cinq *mastodontes* (3); toutes ces onze espèces sont aujourd'hui absolument étrangères aux climats où l'on trouve leurs os. Les cinq mastodontes seuls peuvent être considérés comme formant un genre à part et inconnu, mais très-voisin de celui de l'éléphant. Toutes les autres appartiennent à des genres aujourd'hui existans dans la zone torride. Trois de ces genres vivans, ne se trouvent que dans l'ancien continent, savoir : les rhinocéros, les hippopotames et les éléphans; le quatrième, celui des tapirs, n'existe que dans le nouveau. La même répartition n'a pas lieu dans les animaux fossiles. C'est dans l'ancien continent que l'on a déterré les os des tapirs, et il s'est trouvé quelques os d'éléphans dans le nouveau. Ces espèces appartenantes à des *genres* connus, diffèrent néan-

(1) *Blumenbach*, Specimen archælogiæ, etc., etc., *l. c.*
(2) *Cuvier*, Annal. du Muséum, III, 386.
(3) *Id.*, Annales du Muséum, VIII, 421 *sqq.*

moins essentiellement des *espèces* connues ; elles doivent être considérées comme des espèces particulières, et non pas comme de simples variétés. La chose ne peut être sujette à aucune contestation pour le petit hippopotame et pour le tapir gigantesque ; elle est encore bien certaine pour le rhinocéros fossile, et extrêmement probable pour l'éléphant et le tapir fossile. Le grand hippopotame est le seul des onze quadrupèdes, sur lequel il reste quelques doutes.

Ces différens ossemens sont enfouis presque partout dans des lits à peu près semblables ; ils y sont souvent pêle-mêle avec quelques autres animaux également semblables à ceux d'aujourd'hui. Ces lits sont généralement meubles, soit sablonneux, soit marneux, et toujours plus ou moins voisins de la surface. Il est donc probable que ces ossemens ont été enveloppés par la dernière catastrophe du globe. Dans un grand nombre d'endroits, ils sont accompagnés de dépouilles d'animaux marins accumulées ; quelques lieux moins nombreux n'offrent aucune de ces dépouilles ; quelquefois même, le sable ou la marne qui les recouvrent, ne contiennent que des coquilles d'eau douce. Quoique un petit nombre de coquillages attachés à des os fossiles, indiquent qu'ils soient restés quelque temps sous les eaux, aucune relation bien authentique n'a testé qu'ils se trouvent recouverts de bancs pierreux, réguliers, remplis de coquilles marines, ni par conséquent que la mer ait fait sur eux un séjour long et paisible (1).

La catastrophe qui les a recouverts, paraîtrait donc avoir été une grande inondation marine, mais passagère, si on n'avait pas trouvé de ces os sur le dos des hautes montagnes où du moins nos mers actuelles n'ont jamais pu arriver dans leurs agitations les plus violentes. D'un autre côté, ces ossemens n'offrant point de trace de roulement, se trouvant seulement fracturés comme pourraient se trouver les débris de nos animaux domestiques, et que-

(1) *Cuvier*, VIII, 266, 422.

quefois rassemblés en squelettes, souvent même comme entassés dans des cimetières communs, démontrent que la catastrophe qui a détruit les êtres vivans auxquels ils appartenaient, a dû trouver ces êtres dans les mêmes climats où nous rencontrons ces monumens de leur existence.

Ces deux conclusions, tirées des faits évidens, renversent l'hypothèse, selon laquelle l'extinction de ces races animales serait l'effet direct d'un changement total de la température du globe. Car un semblable changement aurait encore permis à ces animaux de chercher une autre demeure. Rien d'ailleurs dans la structure de ces animaux, n'annonce positivement qu'ils n'auraient point pu vivre dans un climat froid ; seulement, l'abondante nourriture qu'exigeaient ces masses animées, et leur multitude prouvée par l'existence des carnassiers, rendent probable que les contrées où nous trouvons leurs restes, jouissaient autrefois d'une température, sinon plus chaude, du moins plus favorable à la végétation.

Ossemens humains.

L'absence de tout ossement humain dans ces divers amas de débris, prouve que l'homme n'existait point antérieurement à la dernière catastrophe du globe.

Nous avons parcouru l'immense série des substances solides qui forment la croûte de notre globe, depuis le sommet granitique des Alpes, jusqu'au sein des mines les plus profondes ; tout nous a rappelé une substance fluide sans laquelle les masses solides n'auraient pu éprouver ni ces dissolutions, ni ces réunions dont nous avons aperçu les traces les plus évidentes. Nous terminons donc ici notre *géologie* pour passer à l'*hydrologie* ou la théorie des eaux répandues à la surface du globe.

LIVRE TRENTE-CINQUIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De l'Eau en général. Des Sources, Fleuves et Lacs.

De l'eau en général.

L'EAU dans son état pur est un fluide transparent, sans couleur, sans odeur, jouissant d'une grande mobilité; elle se présente sous trois formes d'agrégation; comme un solide; alors elle porte le nom de *glace;* comme un liquide, c'est l'eau, dans le sens vulgaire du mot; enfin comme une vapeur, un gaz atmosphérique.

On avait long-temps regardé l'eau comme un élément; mais la chimie moderne compte parmi ses triomphes la découverte des substances élémentaires dont l'eau est composée. C'est de 85 centièmes parties de gaz oxigène (air pur), combinées avec 15 centièmes parties de gaz hydrogène (air inflammable), que naît l'eau dans son état de pureté. Mais elle ne se trouve presque jamais pure; elle tient en dissolution des parties siliceuses, calcaires, métalliques, des acides, du soufre. L'air est dissous par l'eau, qu'il dissout à son tour et en plus grande proportion. Il est même probable que toute la terre, ou du moins la croûte extérieure de ce globe a été dans un état de dissolution mécanique ou chimique, par un fluide aqueux. Nous allons suivre une marche indépendante de tout système, en commençant par ce qui est plus à la portée de nos observations, et en allant du plus petit au plus grand.

Sources.

Les *sources* sont de petits réservoirs d'eau qui en reçoivent les eaux des terres voisines par de petits canaux latéraux, et qui répandent leur trop plein, soit par écoulement, soit d'une autre manière quelconque.

L'origine des sources ne saurait être attribuée exclusivement à une seule cause. La nature, simple dans ses

lois générales, emploie une grande variété de moyens. Ainsi, la précipitation des vapeurs atmosphériques, la fonte des glaces, l'infiltration des eaux marines, le soulèvement des vapeurs souterraines concourent également à former les sources (1).

Les montagnes attirent vers elles les nuages et les brouillards ; c'est une observation qui s'offre d'elle-même à ceux qui ont vécu quelque temps dans des pays montagneux. Comme le froid devient plus vif à mesure qu'on s'élève dans les airs, il est aussi nécessaire qu'il tombe plus de neiges et qu'il se forme plus de glaces dans les endroits élevés que dans les plaines. Voilà les deux principales causes visibles qui contribuent à imbiber les montagnes de cette grande quantité d'eau qu'elles versent de toutes parts. Mais sont-elles les seules ? Les grands lacs situés à des hauteurs considérables, les glaciers qui couvrent les Alpes, ont-ils pu être formés successivement par les pluies et les neiges ? ou faut-il admettre que l'eau, dans l'origine des choses, à l'époque des grandes cristallisations, s'est réunie par affinité élective à certaines substances, de préférence au reste de la terre ? Vapeurs attirées par les hauteurs.

L'opinion des anciens et de Descartes, qui attribuait la naissance des sources à l'infiltration des eaux de la mer, n'est pas entièrement détruite. Il est vrai que toutes les eaux courantes ont leurs sources infiniment élevées au-dessus du niveau de la mer. L'infiltration directe des eaux marines n'a lieu que pour quelques étangs, qui ne sont séparés de la mer que par des terrains plats et sablonneux. Mais le phénomène des tubes capillaires peut avoir lieu dans l'intérieur de la terre ; les eaux de mer, dégagées de leurs élémens salins et amers, peuvent remonter par les pores imperceptibles de plusieurs roches, d'où elles se dégagent par la chaleur pour former ces vapeurs souterraines, auxquelles plusieurs sources doivent leur origine. On peut citer l'exemple des Chartreux qui, voyant leurs Infiltration des eaux marines.

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 325-334.

sources se dessécher, et apprenant en même temps que des vapeurs épaisses sortaient d'une carrière voisine nouvellement ouverte, achetèrent cette carrière, la fermèrent et virent leurs sources reparaître (1). Un fait semblable est arrivé en Esclavonie (2). Quant au changement de la nature saline des eaux de mer, il est prouvé par la diminution de salure dans des sources, évidemment nées d'infiltrations (3). Les sources douces dans les Bermudes, s'élèvent et s'abaissent avec la mer, aussi haut que les sources salées (4).

Sur l'infiltration des eaux pluviales.

On avait prétendu que les eaux de pluie ne pénétraient pas à une grande profondeur dans les terres, qu'elles étaient entièrement absorbées par les premières couches de terre, et d'ailleurs en trop petite quantité pour nourrir tant de larges rivières et de fleuves impétueux. Mais observons la disposition des couches qui composent la surface du globe; nous les trouverons plus ou moins inclinées; renversées et fendillées par les suites des révolutions qu'elles ont subies, ou de la manière dont elles se sont formées. Les eaux pluviales s'écoulent rapidement entre les interstices et les fentes de ces couches supérieures, et ne s'arrêtent que lorsqu'elles sont parvenues aux *argiles*; c'est-là le terme ordinaire de leur infiltration; c'est leur réservoir naturel. Les observations ont d'ailleurs prouvé que les eaux pluviales s'infiltrent jusqu'à de grandes profondeurs. En Auvergne (5), on les voit pénétrer dans les houillères à 250 pieds de profondeur; dans la Misnie, on a vu à 1600 pieds de profondeur, les eaux de pluie s'égoutter de la voûte d'une mine (6).

Les neiges et les glaces donnent sans doute, dans certaines contrées, naissance à une plus grande quantité d'eau courante que les pluies, les rosées et les vapeurs aqueuses de l'atmosphère. Mais pour concevoir combien

(1) *Perrault*, Ouvres diverses, p. 819. (2) *Bergmann*, Ibid, 331. (3) *Lulof*, Géog.-Physique, § 358. (4) *Norwood*, Philosoph. transaction abridg., II, 298. (5) *Le Monnier*, Observ. d'hist. naturelle, p. 194. (6) *Musohenbroek*, Instit. phys., § 894.

l'effet lent et continuel de celles-ci contribue en général à la formation des sources, on n'a qu'à considérer l'Apulie et d'autres presqu'îles dépourvues d'eau courante, parce que leurs montagnes n'offrent pas une masse assez large et élevée pour attirer et retenir les vapeurs aqueuses de l'atmosphère. De même, puisque c'est de la mer que l'atmosphère pompe de l'eau sous une forme gazeuse, il est aisé de voir pourquoi l'intérieur des grands continens, comme de l'Afrique et de l'Asie, contient tant de déserts arides. Si les deux Amériques sont plus abondamment arrosées, elles le doivent à la masse et à l'élévation de leurs montagnes, ainsi qu'à la continuité de leurs pentes.

Car l'eau qui circule à la superficie du globe, n'a généralement d'autre principe de mouvement que son propre poids et la pente du terrain. C'est cette pente qui le porte de montagne en montagne, de vallée en vallée, jusque dans le bassin de la mer. Mouvement de l'eau courante.

Les *sources jaillissantes* qui forment quelquefois des jets d'eau naturels, suivent les mêmes lois d'équilibre que les autres sources. Seulement, les canaux qui leur fournissent de l'eau, doivent venir des lieux très-élevés et par une pente rapide; les eaux portées de cette manière à un réservoir souterrain, où elles se trouvent à l'étroit, s'élancent par la pression, de la même manière que les jets d'eau, dont l'art embellit nos jardins. Sources jaillissantes.

Les *jets d'eau bouillante* qui paraissent accompagner les volcans, suivent probablement les mêmes lois. Cependant, un naturaliste français a cru que les majestueux phénomènes de la source, dite *Geyser*, en Islande, sont produits par des vapeurs souterraines, lesquelles, subitement développées, viendraient soulever une masse d'eau, rassemblée dans l'ancien cratère d'un volcan (1). Mais le bassin du Geyser reçoit probablement ses eaux des hauteurs qui l'avoisinent.

Les *fontaines intermittentes*, surtout lorsque leurs

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, IV, 309 (2e édit.).

abaissemens et leurs retours suivent des périodes régulières, excitent l'étonnement du peuple qui les décore du titre de *fontaines miraculeuses*. La fontaine périodique de Côme, dans le Milanais, a été décrite par *Pline*; elle s'élève et s'abaisse d'heure en heure (1). La ville de Colmars, en Provence, en a une qui s'élève huit fois dans une heure. Il y en a une à Fronzanches, dans le Languedoc, dont le haussement périodique retarde tous les jours de 50 minutes (2). La *Fontaine Ronde*, sur le chemin de Pontarlier à Touillon, dans la Franche-Comté, s'élève avec bouillonnement. Le *Buller-born*, dans l'évêché de Paderborn, en Westphalie, fait un grand bruit à ses retours périodiques. Près de Brest, un puits, éloigné de 75 pieds de la mer, s'abaisse avec la haute marée, et s'élève lorsque la mer baisse (3). L'Angleterre fournit plusieurs exemples de ces sources; une surtout près Torbay, en Devonshire, et une à Buxton, dans le comté de Derby. Il y en a, selon *Gruner*, une source à *Engstler*, dans le canton de Berne, qui a une double intermittence annuelle et journalière (4). Mais, parmi ces sources dont il serait facile de citer encore beaucoup d'exemples, aucune n'offre une marche parfaitement régulière. On explique le jeu de ces sources, en supposant dans les terrains où elles se montrent, des réservoirs et des tuyaux de conduite en forme de siphons recourbés. Tout le monde connaît l'usage des siphons, qui commencent à procurer l'écoulement à un liquide, lorsque la surface de ce liquide, dans laquelle est plongée une de leurs branches, se trouve au niveau de la courbure de ces branches, et qui continuent tant que le fluide n'est pas descendu au-dessous de l'orifice de la branche. Dès que l'orifice n'y plonge plus, l'écoulement cesse, et il recommence sitôt que le réservoir est rempli au niveau de la courbure. Quant aux

Fontaines intermittentes ou périodiques.

(1) *Plin.*, l. II, c. 103. *Scheuchzer*, Hydrograph. Helvetica, p. 126.
(2) *Astruc*, Histoire naturelle du Languedoc et de la Provence.
(3) Journal de Trévoux, 1728, octobre.
(4) *Scheuchzer*, Iter Alpin., 26, II, 404.

réservoirs qui fournissent à ces fontaines, les sécheresses, les pluies et la fonte des neiges y peuvent exercer une grande influence, et ainsi rendre les retours périodiques plus ou moins réguliers. Cette liaison qui existe entre l'état plus ou moins humide de l'atmosphère, et les réservoirs des fontaines intermittentes, justifie jusqu'à un certain point les conclusions que le peuple tire du mouvement de ces sources pour deviner la constitution favorable ou désastreuse de l'année, conclusions qui font donner à plusieurs d'entre elles le nom de *fontaine de disette et d'abondance* (1). Fontaines de disette et d'abondance.

Il est naturel de croire que plusieurs veines d'eau, ne trouvant pas d'autre écoulement convenable, se répandent dans des cavités souterraines, s'imbibent dans les terres, ou même se rendent sous terre jusque dans la mer. On pourrait ainsi expliquer l'origine des sources d'eau douce qu'on voit jaillir au milieu même des flots amers de l'Océan. Les eaux rejetées par les volcans, les subites et terribles inondations des mines, les rivières qui se perdent sans reparaître, les montagnes qui soudain s'engloutissent dans le sein des nouveaux lacs, tout concourt à prouver qu'il y a des cavités souterraines assez considérables, souvent remplies d'eau. Le besoin de suppléer à la disette des sources en creusant des puits, nous a procuré la connaissance d'un fait encore plus intéressant pour la géographie-physique. Il paraît qu'il y a des lacs, ou, pour mieux dire, des nappes d'eau qui s'étendent sous terre à des distances considérables. *Delamétherie* (2) rapporte que dans le ci-devant Artois, près d'Aire, en fouillant des puits, on parvient toujours à une couche argileuse, laquelle étant percée, l'eau sort à gros bouillons, s'élève, et forme des sources qui coulent continuellement. Dans le ci-devant Modénois, on trouve partout, à 63 pieds, une couche d'argile de 5 pieds, et au-dessous d'elle, l'eau qui jaillit Eaux souterraines.

(1) *Kant's* Géograph.-Physique, II, part. 2, p. 224.
(2) *Théorie de la terre*, tome IV, page 563.

avec force (1). Dans l'intérieur du pays d'Alger, dans la contrée de Wad-Reag, les habitans, en fouillant à 300 brasses de profondeur, ne manquent jamais de trouver une couche d'ardoise, sous laquelle il y a de l'eau en telle abondance, qu'ils l'appellent *la mer sous terre* (2).

On conçoit facilement qu'une couche d'argile a pu s'affaisser horizontalement par le desséchement, tandis qu'une autre couche argileuse prenait sa retraite en haut. La fente horizontale formée de cette manière, a pu servir d'écoulement à des lacs, ou à des rivières qui ont formé ces amas d'eau souterraines.

Glaciers. Les glaciers qui couronnent les cimes des plus hautes montagnes, ont, avec les sources, une liaison intime et une origine commune. Les neiges, accumulées pendant des siècles, s'affaissent, se compriment et se consolident, tant par l'évaporation que par l'alternative des fontes et des regels. Ainsi se forment d'immenses calottes qui couvrent des montagnes entières ou des champs de neige glacée, qui s'étendent entre les sommets. Les hautes vallées se remplissent en même temps des neiges qui y tombent, et des eaux glaciales qui découlent des sommets neigés. Enfin, les seuls découlemens, joints aux avalanches, font naître ces masses de pure glace, dont les branches s'étendent jusque dans les vallées inférieures. Ces dernières glaces semblent, en quelques endroits, s'accroître pendant une longue suite d'années; elles ont même en Suisse comblé des vallées entières, enseveli des villages, et fermé une passe entre le Valais et le canton de Berne. Mais les diminutions compensent ordinairement d'un côté ce que l'accroissement fait gagner de l'autre: quelques années chaudes suffisent pour rétablir l'équilibre (3).

Les scènes que présentent ces glaces, varient aussi bien que leur étendue: tantôt une grande masse d'eau,

(1) *Ramazzini*, Topographia Mutinensis. (2) *Shaw*, Voyage en Barbarie, tome I, page 169. (3) *Saussure*, Voyages, *Gruner*, etc.

congelée au moment d'une tempête, présente ces ondes qui imitent celles d'un lac; tantôt ces inégalités disparaissent, pour ne laisser apercevoir aux voyageurs étonnés qu'un immense miroir d'une glace resplendissante. Ici, les superbes portails de cristal tombent en ruines, les aiguilles éclatantes se brisent; en d'autres endroits, les avalanches de neige glissent sur un champ de glace, s'y arrêtent; et, façonnées par les rayons du soleil, prennent la figure de nouvelles pyramides et obélisques.

L'utilité constante des glaciers est de fournir aux continens, dans une progression lente et à peu près régulière, les eaux qui, sans cette congélation, se seraient précipitées impétueusement du haut des montagnes, pour inonder et dévaster les campagnes qu'elles doivent fertiliser. Grâce au froid qui les convertit en neiges et en glaces, elles restent suspendues sur les flancs des monts, et s'écoulent en abondance de dessous les pieds de ces masses énormes, ou du sein de leurs grottes cristallines.

Fleuves, rivières, torrens et ruisseaux.

Les épanchemens des sources et les écoulemens des glaciers en fonte, forment de petits courans plus ou moins tranquilles; ce sont les *ruisseaux*. Les eaux des grandes pluies se précipitent avec plus de rapidité, et sillonnent les flancs des montagnes par des *torrens* impétueux et vagabonds. La réunion de ces courans forme les *rivières* qui, en suivant la pente du terrain, se réunissent le plus souvent dans un plus grand canal, qui prend le nom de *fleuve*, et qui porte à l'Océan le tribut de la terre.

Bassins hydrographiques.

L'ensemble des pentes, d'où découlent les ruisseaux et rivières qui se jettent dans un certain fleuve, s'appelle le bassin de ce fleuve, ou sa région hydrographique. Les bassins des deux fleuves se touchent souvent de très-près. En Amérique, le *Cassiquiari* et diverses autres rivières réunissent même le bassin de l'Orénoque à celui de l'Amazone (1). En Europe, les sources de la Duna, du Nié-

(1) *Condamine*, Voyage de la rivière des Amazones, p. 119. *Hartsink*, *Humboldt*, etc.

men et du Borysthène se confondent presque dans une plaine marécageuse. La géologie s'est beaucoup occupée des *bassins;* ordinairement, les couches minérales et les pétrifications d'un même bassin offrent une certaine analogie. Mais il serait (selon la sage observation de M. Desmarets) aussi essentiel de bien distinguer les massifs hydrographiques ou les groupes des montagnes qui fournissent des eaux à un certain nombre de rivières, de quelque côté que coulent celles-ci, et qui ne réçoivent point d'eau d'aucune autre part. La connaissance des massifs est nécessaire pour expliquer la nature des rivières. Les terrains calcaires fournissent des eaux d'une nature bien différente de celles qui descendent des glaciers à travers les sables ou les argiles. L'élévation des sources détermine la quantité de la pente, et celle-ci influe sur la course rapide ou tranquille, régulière ou vagabonde des fleuves et des rivières.

Massifs ou plateaux hydrographiques.

Les lits des fleuves sont la partie la plus basse des grandes fentes, dues à la même révolution qui a produit les montagnes. Sans doute, les eaux atmosphériques ont pu faire descendre une partie des terres meubles, adossées aux flancs des montagnes; elles ont pu, par leurs sédimens, former les plaines horizontales qui occupent le fond de certaines vallées (1); mais jamais un fleuve n'aurait pu s'ouvrir par ses seules forces une route à travers les roches solides, comme celles qui bordent le Haut-Rhin, s'il n'en eût pas trouvé devant lui l'ébauche. Aujourd'hui, les eaux courantes rongent et dégradent sans cesse leurs lits et leurs rives dans les lieux où elles ont beaucoup de pente; elles se creusent des routes plus profondes dans les montagnes composées de pierres d'une dureté moyenne; elles entraînent des pierres, et en forment des atterrissemens dans la partie inférieure de leurs cours; ainsi leurs lits s'exhaussent souvent dans les plaines, tandis que dans

Lits de fleuves.

(1) Comp. *Saussure*, Voyages, §§ 648, 920. *Delamétherie*, § 1618. (Pour l'action des fleuves : *Bourguet*, Lettres philosoph., 181. *Voigt*, Mémoires minéralog., vol. III, Mémoire sur la formation des vallées.)

les montagnes ils deviennent plus profonds. Mais ces changemens, répétés pendant des milliers de siècles, ne feraient que façonner les bords du lit; ils ne le créent point.

Dans les commencemens, la pente du terrain peut seule déterminer les eaux à couler; mais lorsqu'une fois l'impulsion s'est communiquée à la masse, la pression seule de l'eau la fait couler, la pente fût-elle même nulle. Plusieurs grands fleuves coulent en effet avec une pente presque insensible. L'Amazone n'a sur 200 lieues marines que 10 pieds et demi de pente, ce qui fait $\frac{1}{27}$ de pouce sur 1000 pieds (1). La Seine (2), entre Valvins et Sèvres, a, sur 1100 toises, un pied de pente; la Loire en a, entre Pouilly et Briare, un pied sur 1250; mais entre Briare et Orléans, seulement un pied sur 2266. En Ostfrise, deux petites rivières voisines ont offert, l'une $\frac{1}{6}$ de pouce, l'autre un $\frac{1}{5}$ de pente sur 1000 pieds (3). La Marwede, entre Herdinxveld et Dordrecht, baisse d'un pouce sur 1125 pieds; mais entre Dordrecht et la mer, seulement d'un pouce sur 9000 pieds (4). Même les rivières les plus rapides ont une moindre pente qu'on ne le pense communément. Le Rhin, entre Schaffouse et Strasbourg, descend 4 pieds par mille géographique; entre Strasbourg et Schenckenschantz, 2 pieds. C'est pour la même raison qu'un fleuve peut quelquefois en recevoir un autre presque aussi grand que lui, sans élargir considérablement son lit; l'augmentation de masse accroît seulement la rapidité de la course. Quelquefois, une rivière qui tombe dans une autre sous un angle très-aigu et qui a beaucoup de rapidité, oblige la première à rebrousser chemin et retourner vers sa source, pendant quelques instans. C'est ce qui est arrivé plus d'une fois au Rhône,

Pentes des rivières.

(1) *Condamine*, l. c., p. 134. (2) *Picart*, Traité du nivellement, p. 152, etc., etc. (3) *Brahm*, Principe d'hydraulique, § 208 (en all.). (4) *Velsen*, Rivierkundige verhandeling (traité sur les rivières), p. 126 (en hollandais). Comp. l'hydraulique générale de *Wiebeking*, en allemand.

près Genève ; l'impétueuse Arve, qui descend des montagnes de la Savoie, gonflée au-delà de son ordinaire, a fait refluer dans le lac de Genève les eaux plus tranquilles du Rhône ; on vit les roues des moulins tourner en arrière (1).

Fleuves sans embouchure

Quelques fleuves n'ont point d'écoulement, les causes en sont aisées à découvrir. Le terrain ayant peu de pente ne leur donne pas une assez grande force d'impulsion ; des sables leur opposent une lente et perfide résistance. Quelquefois ces eaux sont vaporisées par le soleil, comme c'est le cas avec beaucoup de rivières d'Arabie et d'Afrique. Plus souvent ces rivières s'écoulent dans des étangs, dans des marais ou dans des lacs salés.

Cataractes et cascades.

Les fleuves qui descendent des montagnes primitives dans les terrains secondaires, font souvent des *sauts* ou des *cataractes*. Telles sont les cataractes du Nil, du Gange, et quelques autres grands fleuves qui, selon *Desmarets*, marquent évidemment les limites de la terre ancienne. Les cataractes sont aussi formées par des lacs ; le *saut de Niagara* en offre un magnifique et célèbre exemple. Mais ce sont les rivières rapides, ombragées d'arbres ou bordées de roches à pic qui forment les chutes les plus pittoresques ; tantôt c'est une masse d'eau qui, avant d'arriver à terre, se disperse en une pluie fine, comme le *Staubbach* ; tantôt c'est un arc d'eau, projeté en avant d'une muraille de rocher et sous laquelle on passe à pied sec, comme le *Falling-spring* de Virginie ; ici, dans le terrain granitique, on voit le Trolhetta et le Rhin, encore jeune, presser leurs flots écumeux entre les rochers pointus ; là, dans les terrains calcaires, ce sont la Czettina et la Kerka qui, tombant de terrasse en terrasse, présentent tantôt une nappe et tantôt une muraille d'eau (2). Il y a des cascades magnifiques, créées, du moins en partie, par la

(1) *Saussure*, Voyages, § 16. (2) *Herbinis*, Dissertatio de admirandis mundi cataractis, suprà et subterraneis. Amsterdam, 1678. In-4°. Voyages de *Fortis*, *Carver*, etc., etc.

main des hommes; ainsi, on attribue au pape Clément VIII la naissance des cascades du Velino près Terni (1). D'autres cataractes, comme celles de la Tunguska, en Sibérie (2), ont successivement perdu de leur élévation par la dégradation des rochers, et ne sont plus que des descentes rapides.

On a généralement exagéré la hauteur des cataractes. Celle de Tequendama, formée par le Rio-de-Bogota, en Amérique méridionale, évaluée par Bouguer à 500 pieds, n'en a pas 600, selon Humboldt (3); et la plus haute chute connue, celle de Staubbach, au lieu de 1100, n'en a que 900, conformément à des mesures trigonométriques (4). Hauteurs des cataractes.

Lorsque le terrain n'offre pas une falaise brusque, mais seulement une pente très-rapide, et lorsqu'en même temps le lit de la rivière est resserré par des rochers, les eaux acquièrent par la compression une force étonnante. *Winterbotham* rapporte que la rivière du Connecticut, dans les États-Unis, à 40 lieues de son embouchure, est tellement comprimée entre des rochers, qu'elle porte des morceaux de plomb comme si c'était du liége, et que, malgré les plus grands efforts, l'on ne peut pas faire entrer une pointe de fer dans l'eau. Ceci paraît exagéré.

Les crues périodiques du Nil étaient regardées comme un phénomène unique et comme un des plus grands mystères de la nature, jusqu'à ce que les Européens modernes, en pénétrant dans la zone torride, presque inconnue aux anciens, découvrissent que cette merveilleuse qualité appartenait à beaucoup d'autres fleuves que le Nil. Crues périodiques des rivières.

On sait aujourd'hui que, dans tous les pays situés entre les deux tropiques, il pleut continuellement pendant un certain temps de l'année. L'époque varie selon les circonstances locales; mais il suffit de savoir que la zone

(1) Opere di monsignor *Claudio Todeschi* (Rome, 1779), tome II, p. 77. (2) *Isbrand Ides*, Voyages au Nord, VIII, 54 *sqq*. *Muller*, Recueil pour l'histoire russe, VIII, 100, 118 *sqq*. (en all.).

(3) *Bouguer*, Voyages au Pérou, p. 91. *Humboldt*, Vues des Cordillières, p. 22. (4) *Wyttenbach* et *Wolf*, voy. Storr, voyage des Alpes, p. 114, 115 (en all.).

torride, privée en grande partie du bienfait des neiges et des glaciers, en est dédommagée par des pluies immenses qui, toutes à la fois, se versent par torrents sur ces climats brûlés pendant la saison sèche. Alors tous les lacs, tous les fleuves s'enflent et se débordent.

Crues des rivières parallèles à l'équateur.

Si une rivière, soumise à l'influence de ces pluies tropiques, coule le long d'une plaine, et dans une direction parallèle à l'équateur, ses eaux débordées doivent se répandre avec une certaine égalité sur toute l'étendue de ses rives. Tel est en grande partie le cas de l'*Orénoque* en Amérique, du *Sénégal* et probablement du *Niger* en Afrique.

Crues des rivières coulant du nord au sud ou *vice versa*.

Si au contraire une telle rivière coule d'un terrain fort élevé, d'un massif de montagnes vers des plaines et des vallées basses, ou si la direction de sa course est perpendiculaire à l'équateur, c'est-à-dire nord et sud, alors il est évident que l'action des pluies tropiques aura lieu dans des proportions très-inégales sur les différentes parties de cette rivière; il est également nécessaire que le trop plein des eaux se porte presque tout entier sur les parties plus basses du territoire riverain. Voilà justement ce qui arrive dans les crues du Nil; ce fleuve, comme les anciens l'avaient dit, et en dépit de l'anglais *Bruce*, descend des montagnes de la Lune, qui font probablement partie d'un centre ou plateau très-élevé occupant le milieu de l'Afrique, et prolongé surtout vers l'est et le sud. En Asie, les fleuves de Siam et de Cambodja coulent presque sous les mêmes latitudes que le Nil, mais dans un sens opposé : c'est du nord au sud. Ces deux fleuves ont des crues qui ressemblent à peu près à celles du Nil. L'Inde, le Gange, et en général tous les fleuves qui coulent entre les tropiques, présentent ce même phénomène avec des variations qui dépendent des localités. Aucune rivière, hors de la zone torride, n'est sujette à des crues régulièrement périodiques; les débordements qu'on éprouve dans les zones tempérées dépendent uniquement de la fonte des neiges dans le printemps, et

de la quantité des pluies tombées sur les montagnes (1).

Fleuves qui se perdent sous terre.

Les fleuves qui se perdent sous terre, ont excité la curiosité des anciens et des modernes. Les poëtes ont célébré l'Alphée, qui, selon eux, passe de Péloponnèse en Sicile, sous la mer Ionienne, pour venir confondre ses flots amoureux avec ceux d'Arethuse. Les anciens ont indiqué un grand nombre de rivières qui se perdent sous terre pour reparaître à un niveau plus bas (2). Mais ce phénomène qui tient la plupart du temps à celui des cavernes souterraines, n'a été examiné de sang-froid que par les modernes.

Causes de ce phénomène.

Une rivière rencontre dans son cours un banc de rochers solides qui barrent son lit; sous ces rochers, s'étend une couche de substances plus molles; les eaux en les rongeant, se fraient une route souterraine plus ou moins longue. Telles sont les causes qui ont formé *la perte du Rhône*, entre Seyssel et l'Ecluse (3), le *pont de Véja*, près Verone, dont l'arc a plus de 114 pieds d'élévation (4), et surtout le magnifique *Rockbridge* en Virginie, voûte étonnante qui réunit deux montagnes séparées par un ravin de 270 pieds de profondeur, dans lequel coule le *Cedar-creek* (5). Il se peut que la chute d'un rocher forme des ponts naturels comme celui d'Icononzo, au Mexique. On peut, dans la Louisiane, des arbres ou plutôt des forêts comprises tomber sur une rivière, se couvrir peu à peu de végétation, et donner ainsi naissance à un pont naturel qui, pendant des lieues, dérobe à la vue le cours du fleuve. Enfin, la Guadiana voit ses eaux s'éparpiller et s'infiltrer dans des terrains sablonneux et marécageux, d'où elles ressortent plus abondantes. La France offre en petit, beau-

(1) *Varenius*, Géographie générale, ch. 16, prop. 20. *Lulof*, Géographie physique, II, 202 (en all.). *Bergmann*, Géographie-Physique, I, 247 *sqq.* (en suéd.). (2) *Plin.*, II, 103, *Sen.*, Quæst. nat, III, 26. *Strab.*, l. IX, 424, XI, 518, ed Alm. *Mœbius*, Dissert. de fluviis qui intercidant et enascuntur. (3) *Annales des voyages*, IV, 81.

(4) *Z. Betti*, Descrizione d'un maraviglioso ponte, 1766. *Fortis*, dans le *Giornale d'Italia*, VI, 241.

(5) *Jefferson*, Notes sur la Virginie.

coup d'exemples de ces diverses espèces de fleuves qui se perdent (1).

Embouchure des fleuves.

En s'écoulant dans la mer, les fleuves offrent encore des phénomènes variés et intéressans. Un très-grand nombre forment des *barres de sable* comme le Sénégal et le Nil. D'autres, comme le Danube, s'élancent avec une telle force dans la mer, que l'on peut, pendant un certain espace de temps, distinguer les eaux fluviatiles de celles de la mer. La petite rivière Syre, en Norvège, fait remarquer ses eaux, sinon à deux lieues dans la mer, du moins à une distance considérable (2). Ce n'est guère qu'au moyen d'une embouchure très-élargie, comme celle de la Loire, de l'Elbe ou de la Plata, qu'un fleuve peut se réunir tranquillement à la mer. Cependant, les fleuves même de cette nature, éprouvent quelquefois l'influence supérieure de la mer qui refoule leurs eaux dans leur lit. Ainsi, la Seine forme à son embouchure une *barre d'eau*; ainsi la Garonne, ne pouvant verser assez rapidement les eaux qu'elle accumule dans l'espèce de golfe qu'elle forme entre Bordeaux et son embouchure, voit cette montagne aquatique arrêtée par la marée montante, rouler en arrière, inonder les rivages et ballotter les navires; ce phénomène, nommé le *mascaret*, n'est qu'une barre d'eau, refoulée.

Le Mascaret

Le plus beau phénomène dans ce genre est celui qu'offre le géant des fleuves, l'Orellana, dit la rivière des Amazones. Deux fois par jour il verse ses ondes, ou plutôt le mieux dire, ses mers prisonnières dans le sein de l'Océan. Une montagne liquide s'élève à une hauteur de 30 toises. Elle se rencontre assez souvent avec la marée montante de la mer; le choc terrible de ces deux masses d'eau, fait trembler toutes les îles d'alentour; les pêcheurs, les navigateurs s'éloignent avec effroi. Le lendemain ou le surlendemain de chaque nouvelle ou pleine lune, temps où les marées sont les plus fortes, l'Orellana semble aussi se-

Le Pororoca

(1) *Guettard*, Mém. de l'Académie, 1758.

(2) *Pontoppidan*, Hist. nat. de la Norvege, I, 145.

doubler de puissance et d'énergie. Ses eaux et celles de l'Océan se précipitent au combat comme deux armées; les rochers sont inondés de leurs flots écumeux; les rochers, entraînés comme des galets légers, se heurtent sur le dos de l'onde qui les porte. De longs mugissemens roulent d'île en île. On dirait que le génie du fleuve et le dieu de l'Océan se disputent l'un à l'autre l'empire des flots. Les Indiens désignent ce phénomène sous le nom de *pororoca*.

Les recherches qu'on a faites sur la masse d'eau que roulent les fleuves, ainsi que sur l'espace qu'ils parcourent dans un temps donné, n'ayant amené ni ne pouvant amener aucun résultat général et positif (1), nous passerons à la théorie des lacs.

Lacs.

On appelle *lacs* des amas d'eau, entourés de tous côtés de terres, et n'ayant aucune communication immédiate avec l'Océan ou avec une autre mer. Les lacs sont de quatre espèces distinctes.

Lacs absolument isolés.

La *première classe* comprend ceux qui n'ont point d'écoulement et qui ne reçoivent point d'eaux courantes. Ces *étangs* sont ordinairement très-petits, et ne méritent généralement que peu d'attention. Quelques-uns, comme celui d'*Arendt* dans la ci-devant Vieille-Marche, sont formés par l'affaissement des terres circonvoisines (2); d'autres, comme le lac Albano, près Rome, paraissent être d'anciens cratères de volcans, remplis d'eau.

Lacs qui ne reçoivent point d'eau courante.

La *deuxième classe* renferme les lacs qui ont un écoulement, mais qui ne reçoivent aucune eau courante. Un tel lac est formé par une source ou plutôt par une multitude de sources, qui, placées à un niveau bas, dans une espèce d'entonnoir, sont obligées de remplir celui-ci, avant de trouver un écoulement pour leurs eaux. Ces lacs cependant sont toujours nourris par de petits filets d'eau presqu'invisibles, qui descendent des terrains d'alentour, ou bien par des canaux souterrains. Quel-

(1) *Riccioli*, Géog. réform., X, c. 7. *Lulof*, Géog.-Phys., §§ 338-392. *Mariotte*, Traité du mouvement des eaux, etc., etc. (2) Les mémoires cités dans *Kant*, Géographie-Physique, III, part. I, p. 92.

ques grands fleuves ont de semblables lacs pour source. Ces lacs sont naturellement situés à de grandes élévations; il y en a un sur le *monte Rotondo* en Corse, qui se trouve à 9,294 pieds au-dessus de la mer.

Lacs qui reçoivent et émettent des eaux.

La *troisième classe* des lacs est très-nombreuse; nous y plaçons ceux qui reçoivent et émettent des eaux courantes. Chaque lac peut être regardé comme un bassin qui reçoit les eaux voisines; il n'a ordinairement qu'un seul débouché, et celui-ci porte presque toujours le nom de la plus grande des rivières qui s'y sont jetées. Mais on ne saurait pas dire proprement que ces rivières *traversent* les lacs; leurs eaux se mêlent avec celles du bassin où elles se répandent (1). Ces lacs ont souvent des sources propres, soit près des bords, soit dans leur fond.

Il y a quatre à cinq lacs de cette classe, dans l'Amérique septentrionale, qui, par la grandeur, ressemblent à des mers, et qui cependant, par l'écoulement continu et l'apport des nouvelles eaux fluviatiles, conservent leur limpidité et leur douceur.

Lacs sans débouché.

La *quatrième classe* des lacs offre des phénomènes beaucoup plus difficiles à expliquer. Il s'agit des lacs qui reçoivent des rivières, souvent même de grands fleuves, sans avoir aucun écoulement visible. Le plus célèbre parmi ces lacs est la mer Caspienne; l'Asie en contient encore beaucoup d'autres. Le Niger, s'il n'atteint pas la mer, s'écoule plutôt dans un lac semblable que dans un marais. L'Amérique méridionale contient le lac Titicaca, qui est sans écoulement, quoiqu'il en reçoive un autre assez considérable. En un mot, ces lacs semblent appartenir à l'intérieur des grands continens; ils s'y trouvent placés sur des plaines élevées, mais qui n'ont aucune pente sensible vers les mers; ce qui ne permet pas à ces amas d'eau de se frayer un chemin pour s'écouler.

Ces lacs recevant toujours de l'eau, et n'en ayant aucun débouché, pourquoi ne débordent-ils pas? On peut re-

(1) *Saussure*, Voyages, § 10.

pondre, quant à ceux qui sont situés sous un climat chaud, que l'évaporation, comme *Halley* l'observe, suffit pour les débarrasser de leur trop plein. Reste à savoir si les calculs de ce célèbre Anglais peuvent, avec justesse, s'appliquer à des climats aussi froids que, par exemple, celui de la mer Caspienne ? Observons d'abord qu'on a exagéré la quantité d'eau versée dans ce bassin par les fleuves ; il n'y a d'autres grandes rivières, que le Wolga, le Iaik et le Kur qui s'y écoulent ; le reste n'est composé que de petits ruisseaux. Ajoutons que toute la côte orientale verse à peine un ruisseau dans cette fameuse mer. Remarquons encore (car rien n'est à négliger dans la géographie-physique) que le Wolga, peu profond, semble s'imbiber dans les terres qui en bordent le cours ; c'est la cause de l'humidité et de la fertilité qui distinguent ces terrains des landes voisines. Enfin, si l'on s'obstinait à supposer une espèce de disproportion entre l'étendue de la mer Caspienne et son évaporation, d'un côté, et le volume d'eau qu'elle reçoit, de l'autre (ce que nous sommes loin d'accorder), on pourrait encore admettre, jusqu'à un certain point, l'imbibition de ses eaux dans les montagnes calcaires qui la bordent vers le midi et vers le sud-est. On sait combien les terrains de cette nature sont poreux et spongieux. Tous les rapports s'accordent à nous décrire les montagnes au sud de la Caspienne, encore plus pénétrées d'humidité et plus riches en sources que celles de la Mingrelie même ; ce qui prouve, ou l'imbibition, ou, ce que nous aimerons mieux, une très-forte évaporation. L'insalubrité de l'air, près de ces lacs, est encore une circonstance qui milite en faveur de l'opinion de *Halley* (1).

Sur l'évaporation et l'infiltration de ces lacs.

Les phénomènes physiques qu'offrent certains lacs, ont de tout temps excité l'étonnement de la multitude. Les *lacs périodiques* sont les plus communs. Ceux que l'abondance des pluies fait naître, et que le soleil, l'évaporation ou l'infiltration dessèche, paraissent peu dignes de notre

Lacs périodiques.

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, I, § 88, II, § 106.

attention ; ce ne sont en Europe que des mares ; mais, entre les tropiques, ces mares couvrent quelquefois des espaces de plusieurs centaines de lieues de long et de large ; tels sont les fameux lacs de *Xarayes* et de *Paria*, tour-à-tour inscrits et effacés sur les cartes d'Amérique ; il est probable que l'Afrique en offre beaucoup d'exemples. Si maintenant il existe dans les nombreuses cavités de la terre, des lacs souterrains de cette espèce, et si ces lacs communiquent avec d'autres lacs visibles, il est facile de concevoir que les eaux de ces derniers peuvent quelquefois disparaître entièrement, en se perdant dans le bassin des lacs souterrains desséchés. Ce bassin venant de nouveau à se remplir, les eaux en ressortent pour remplir le bassin supérieur. Si, dans un semblable système de cavités souterraines, le dernier chaînon se trouve être un amas d'eau souterraine, situé à un niveau élevé, dans le sein d'une montagne, le retour périodique des eaux dans le bassin visible peut être accompagné d'un mouvement semblable à celui des fontaines jaillissantes. C'est par ces sortes de jeux d'hydraulique que la nature entretient les merveilles du lac de Cirknitz en Illyrie et de beaucoup d'autres de la même espèce.

Si les périodes sont régulières.

La prétendue régularité de ces retours périodiques, attribuée entre autres au lac de *Kanten* en Prusse, n'est pas appuyée sur des témoignages authentiques. En comparant les observations faites depuis 1715, sur la mer Caspienne, on reste convaincu que ce grand lac augmente et diminue de 5 à 6 toises, selon l'abondance des neiges et des pluies dans les contrées dont il reçoit les eaux ; mais on voit aussi que ces changemens ne suivent aucune période fixe (1). Des lacs, alimentés par la fonte des neiges, peuvent même changer de niveau le matin et l'après-midi, selon que l'action du soleil agit plus ou moins sur les montagnes voisines. C'est ainsi qu'on doit expliquer, ce nous

(1) *Rytchkow*, Topographie d'Orenbourg (trad. all.), I, 166-167. *Pallas*, Voyage dans la Russie méridionale, I, 434 (en all.).

semble, les *seiches*, ou hausses et baisses périodiques du lac de Genève (1).

Les mouvemens des lacs qui ne dépendent point d'une augmentation de volume des eaux, présentent des questions très-compliquées. Nous doutons qu'il y ait des lacs qui communiquent sous terre avec la mer, et qui doivent à une semblable communication des marées régulières. L'équilibre de l'atmosphère, dérangé par l'électricité ou par d'autres causes, peut faire soulever l'eau en changeant la force de pesanteur qui la retient à son niveau. Il y a dans le lac Huron une baie où séjournent perpétuellement des nuages électriques; aucun voyageur ne l'a traversé sans entendre gronder le tonnerre (2). Dans le Portugal il y a un étang près Beja, dans l'Alentejo, qui, par ses mugissemens effroyables, annonce l'approche d'un orage (3). D'autres lacs paroissent agités par le dégagement des gaz souterrains, ou par des vents qui roulent dans quelque caverne avec laquelle le bassin communique. Près Boleslaw en Bohême, un lac dont on n'a pu trouver la profondeur, émet quelquefois, dans l'hiver, des vents assez forts pour soulever en l'air des morceaux de glace pesant plusieurs quintaux (4). Deux lacs considérables, le *Lomond* en Écosse, et le *Wetter* en Suède, éprouvent souvent, par le plus beau temps, des agitations violentes. Dans la Marche moyenne de Brandebourg, l'étang de Krestin commence souvent par un temps tranquille à bouillonner en tourbillons qui engloutissent les barques des pêcheurs (5). Peut-être la décomposition des pierres calcaires influe-t-elle sur quelques-uns de ces phénomènes.

Lacs qui se soulèvent, qui bouillonnent, etc.

Parmi les considérations générales sur les lacs, les *îles flottantes* occupent, chez quelques géographes, un grand espace. Mais lorsqu'on considère, d'un côté, combien il y a de marais presqu'inaccessibles, toujours nageans dans

Iles flottantes.

(1) *Jallabert*, Mém. de l'académie des Sciences de Paris, 1741, p. 32. Comp. *Saussure*, §§ 20-25. (2) *Carver*, Voyage dans l'intérieur de l'Amérique, etc. (3) *Burges*, cité par *Bergmann*, Géog.-Physiq., § 99. (4) Acta erudit., 1682. (5) *Bernouilli*, Archives des voyages, I, 325.

l'eau, et cependant couverts de broussailles et même d'arbres ; quand, de l'autre côté, on regarde ces couches de végétaux, ces immenses forêts, qu'on trouve ensevelis, et très-récemment ensevelis dans les tourbières, alors on peut aisément se former une idée de ces *îles flottantes* que nous citent quelques géographes, comme des merveilles de la nature. Ce sont tout simplement des terrains d'une nature tourbeuse, mais très-légère, quelquefois seulement tissus de roseaux et de racines d'arbres ; après avoir été minés par les eaux, ils se détachent du rivage, et à cause de leur grande étendue, jointe à une épaisseur très-mince, ils restent suspendus et flottans à la surface des eaux (1). Le charmant *Loch-Lomond* en Écosse, doit contenir quelques-unes de ces îles flottantes qui, en général, paraissent ne pas être rares en Écosse et en Irlande. Près Saint-Omer, dans le ci-devant Artois, un petit lac est couvert d'îlots semblables. Les lagunes de Comacchio en offrent un grand nombre (2). Les plus considérables qu'on cite sont celles du lac de Gerdau, en Prusse, qui servait de pâturage à un troupeau de 100 têtes, et celle du lac de Kolk, au pays d'Osnabruck, couverte de très-beaux ormes (3).

Îles flottantes périodiques.

Il y a des îles flottantes qui tour-à-tour se montrent et disparaissent. Le lac Rålang, dans la Smålande, province de Suède, renferme un îlot flottant qui, depuis 1696 jusqu'en 1766, s'est montré dix fois, généralement aux mois de septembre et d'octobre (4). Il avait 280 pieds de long et 220 de large. Il y a une île semblable en Ostrogothie.

Îles flottantes qui se fixent.

Les îles flottantes peuvent avoir influé sur la formation du globe. Celles que Pline et Sénèque virent flotter dans les lacs de Bolsena, de Bressanello et d'autres, sont devenues fixes. L'Ostfrise renferme un lac souterrain qui paraît avoir été couvert d'îles flottantes qui, successi-

(1) *Plin*, Hist. natur., II, c. 95. (2) *Girolamo Silvestri*, Traité des îles flottantes, anciennes et modernes (en ital.). (3) *Kant*, Géographie-Physiq., II, part. I, p. 114. (4) *Bergmann*, Géog.-Phys., II, 238.

ment réunies, ont fini par former une croûte solide (1). L'ombre des forêts épaisses ou des hautes montagnes peut empêcher certains lacs, comme le Loch-Wyn d'Écosse, de se débarrasser des glaces perpétuelles qui les couvrent en tout ou en partie. D'autres lacs, toujours remués par des vents ou agités par les rivières qu'ils reçoivent, et les sources qui les alimentent, bravent toutes les rigueurs d'un climat glacial. Le phénomène le plus extraordinaire serait de voir des lacs se geler pendant l'été; on l'a dit de quelques-uns de la Chine, et on en a cherché la cause dans la nature saline du terrain voisin; mais le fait paraît avoir été mal observé ou mal rendu (2). Température des lacs.

La *profondeur* des lacs varie à l'infini et ne peut être un objet de la géographie-physique générale. Nous devons nous borner à contredire l'opinion populaire sur des lacs sans fond; ceux qu'on a jugés tels, ne doivent cette réputation qu'à des courans qui emportent les sondes. Mais on ne doit pas reléguer parmi les fables les lacs à doubles fonds qu'on dit exister dans la Jemtie en Suède et ailleurs (3). On conçoit qu'une croûte, formée d'un tissu de racines, semblable aux îles flottantes, peut exister au fond d'un lac, et en se soulevant ou s'abaissant, en faire varier, en apparence, la profondeur. Lacs à doubles fonds.

Telles sont les principales observations à faire sur la naissance et le mouvement des sources, des rivières et des lacs; nous allons les considérer sous le rapport de leur nature chimique. Nature chimique des eaux.

Nous avons déjà remarqué la propriété que possède l'eau d'absorber l'air atmosphérique. On estime que l'eau douce tient ordinairement en dissolution $\frac{1}{50}$ de son poids d'air. Il lui faut un certain temps pour s'en saturer, et tous les élémens qui composent l'air, ne sont pas absorbés par l'eau avec la même promptitude. L'oxigène pur s'y insinue et s'y unit le plus facilement. La bonne qualité des eaux douces consiste à être complètement saturées d'oxigène, qui doit

(1) Annales de la monarchie prussienne, 1799, p. 292 (en all.).
(2) Mém. de l'académie des sciences, 1712. (3) *Bergmann*, § 93.

être souvent renouvelé par le roulement et l'agitation de ces eaux. Leur mauvaise qualité provient ou de l'altération, ou de la surabondance d'oxigène; l'une et l'autre annoncent la présence d'une substance hétérogène dans l'eau, capable d'absorber plus d'oxigène ou de l'altérer. Ces substances hétérogènes sont des sels terreux, du soufre, de la chaux, du gravier, du limon.

Influence des expositions sur les eaux.

Ces principes, consacrés par la chimie moderne, peuvent faire croire que l'influence des expositions *locales* sur la nature des eaux, est aussi puissante que nous l'indique *Hippocrate* (1). Les eaux exposées au *levant*, dit il, sont limpides, inodores, molles et agréables à boire, parce que le soleil à son lever les corrige, en dissipant les brouillards du matin qui auraient pu s'y mêler. Les eaux exposées au *couchant*, manquent de cet avantage, et ne sont point limpides. Celles qui coulent vers le *midi* et sont exposées aux vents chauds, doivent être saumâtres, peu profondes, et par conséquent chaudes en été et froides en hiver, propres à énerver l'homme et à lui causer plusieurs maladies. Enfin, les eaux exposées au *nord* doivent généralement être froides, dures et crues; leur usage tarit le lait des femmes, et les rend stériles. Tel est le système d'*Hippocrate*; mais on ne doit pas, avec les aveugles Hippocratistes, lui donner une application générale et exclusive; car il est lié à ses idées sur la nature particulière des vents, et ces idées ne contiennent que des vérités locales, applicables à la Grèce et à l'Asie mineure.

Eaux de marais.

Les eaux de marais, d'étang, et toutes celles qui croupissent sur le terrain, faute d'écoulement, sont malsaines; elles tiennent en dissolution du gaz azote et hydrogène, provenant de la décomposition des plantes, des insectes, des poissons. L'atmosphère d'alentour se charge de ces gaz insalubres. Ceux qui habitent autour des eaux marécageuses et ceux qui en boivent, mènent une vie souffrante, restent sans forces et vieillissent promptement.

(1) Traité des airs, des eaux et des lieux, §§ IX, XX, XXII, XXV, édit. de *Coray*.

Dans la Sologne, pour ne pas chercher des exemples lointains, l'humidité stagnante donne au peuple des visages pâles, des yeux languissans, une voix faible (1).

Les eaux stagnantes absorbent presque toujours une grande quantité d'air fixe ou d'acide carbonique ; car ce gaz est porté par sa pesanteur vers la surface des eaux et ne s'en dégage pas.

Les *eaux de collines et de montagnes* diffèrent en qualité, selon qu'elles filtrent à travers des bancs de roc vif, des schistes, des quartz, des sables qu'elles ne peuvent guères attaquer ; ou qu'elles coulent sur des couches d'*argile glaise* qu'elles n'entraînent point ni ne dissolvent, ou qu'enfin elles traversent des terrains calcaires, marneux, gypseux, imprégnés de magnésie, de sel et de bitume. Celles-ci sont toujours très-mélangées de substances hétérogènes et la plupart du temps dures, crues, troubles et peu saines, du moins pour l'usage journalier. Aussi Hippocrate, Homère et Plutarque en ont déjà condamné l'usage (2). Les eaux qui ont des argiles pour base, sont les plus communes de toutes ; elles réunissent les qualités essentielles des eaux salubres. Celles qui coulent du roc vif sont encore plus pures et plus limpides, surtout lorsque le roulement et le frottement sur un lit pierreux leur fait éprouver une espèce de filtration. Eaux de collines et de montagnes.

Les eaux de *lacs* étant apportés par les sources et les fleuves, en partagent les diverses natures. Il y a des lacs qui ont les eaux extrêmement limpides : tels sont le lac de Genève et celui de Wetter en Suède. Dans ce dernier on voit, à vingt brasses de profondeur, un denier au fond de l'eau. Mais les lacs qui ont les eaux dormantes ou salées, ou bitumineuses, méritent d'être regardés comme aussi dangereux et aussi nuisibles que les marais. Eaux de lacs.

Les *eaux de fleuves* contiennent, à la vérité, des élémens très-hétérogènes et qui semblent devoir se com- Eaux de fleuves.

(1) Mém. de la société royale de médecine, année 1776, p. 61-72.
(2) *Hippocrate*, l. c., § XXXV, et le commentaire de Coray, p. 107.

battre ; mais c'est peut-être autant à cette destruction réciproque des germes nuisibles, qu'au mouvement continuel, que les eaux fluviatiles doivent l'avantage de convenir au commun des hommes et d'entretenir, partout où elles coulent, la fraîcheur de l'atmosphère. Cependant, elles forment souvent un sédiment de gravier et de limon. Hippocrate prétend que leur usage produit, entr'autres maladies, la pierre (1).

Eaux de puits.

Les *eaux de puits* prennent souvent, par un trop long repos, les mauvaises qualités des eaux stagnantes.

Eaux de mer.

L'*eau de mer* est pour nous un vomitif ; et cependant les habitans de l'île de Pâques, dans la mer Pacifique, en font leur boisson ordinaire.

Eaux de pluie.

Parmi les *eaux du ciel*, celles de *pluie* sont le plus saines à cause de leur douceur, subtilité et légèreté. Hippocrate a très-bien observé les procédés admirables que la nature emploie pour distiller les vapeurs enlevées à la terre par l'action du soleil. Ces vapeurs sont agitées et roulées en tous sens ; leurs parties les plus troubles et les plus terreuses s'en séparent ; et, abaissées par leur poids, forment les brouillards. Le reste, plus subtil, plus léger, est encore plus parfaitement dissous par la chaleur solaire. C'est de ce reste que se forment les gouttes de la pluie. Mais la première pluie qui tombe après une longue sécheresse, en traversant l'air, se charge de beaucoup de substances hétérogènes, et devient par conséquent très-impure avant d'arriver à la terre. Les pluies qui la suivent ne souffrent point de cet inconvénient ; mais toute eau pluvieuse est sujette à se corrompre en très-peu de temps.

Eaux de neige et de glace.

Les *eaux de neige* et *de glace* ont une origine très-différente de celle des eaux de pluie ; car la neige et la glace se forment par la privation du calorique, et par conséquent, manquent des parties les plus subtiles de l'eau : donc les eaux dans lesquelles ces substances se résolvent doivent être plus dures et plus lourdes que celles de pluie.

(1) *Hippocrate*, l. c., § LI, et le commencement de Coray, 134.

D'après l'opinion la plus accréditée, ces eaux causent à ceux qui les boivent, des goîtres et d'autres tumeurs (1).

Plus une eau est mélangée, et plus elle est pesante. Voici, d'après *Bergmann*, les rapports de quelques espèces d'eau. Pesanteur des eaux.

L'*eau distillée* pèse	1,000
L'*eau de source*, la plus pure. . . .	1,001 à 1,005
L'*eau de rivière*	1,010
L'*eau de mer*	1,012
L'*eau croupissante*	1,102

Après avoir considéré les qualités des eaux ordinaires, nous allons nous occuper des *eaux minérales*, c'est-à-dire de celles qui sont combinées avec quelques substances du règne minéral en quantité assez considérable pour leur ôter cette absence de goût et de couleur qui est le caractère de l'eau douce. Ces substances étrangères s'y trouvent ou dans l'état d'une division mécanique très-subtile, ou dans celui d'une vraie dissolution chimique. Il est très-difficile d'en découvrir les exactes proportions, même en employant l'analyse la plus soignée (2). Aussi ne peut-on les classer que d'une manière peu rigoureuse. Eaux minérales.

Les acides se combinent facilement avec l'eau, mais ils s'emparent aussi rapidement de quelque substance saline, terreuse ou métallique, de sorte que les *eaux acidulées* ou *gazeuses*, n'offrent presque jamais l'acide libre. On cite la source de Latera, à 32 milles de Viterbo, et celle de Selvena, à 46 milles de Siéna, où l'acide sulfurique libre est combiné avec l'eau (3). Les lacs de Cherchiaio, de Castel-Nuovo et de Monte-Rotondo, également en Italie, ont offert l'acide boracique libre (4) ; mais ce Eaux acidulées.

(1) *Forster*, in comment. de rib. in scient. natural. et medic. gestis, XXIV, 224. Comp. *ibid.*, suppl. Decad. I, p. 453.

(2) *Bergmann*, Géog.-Phys., §§ 73, 74, 75. Id. de Analysi aquarum in opusc. chimico-phys. I. Hydrologie de *Wallerius*, en suéd., de *Monnet*, en français, d'*Otto*, en allemand. (3) *Vandelli*, de Thermis agri Patavini. *Bergmann*, I, 346. (4) *Lavoisier*, Traité élém. de chimie, I, 266. *Fourcroy*, Elémens de chimie, I, 500.

sont des cas rares. L'acide carbonique se trouve presque libre dans la source dite le *Sauerling*, près Carlsbad en Bohême (1). Les eaux de cette source contiennent une quantité d'acide égale à leur propre volume ; celles de Selz n'en contiennent communément que $\frac{1}{3}$, celles de Pyrmont $\frac{5}{8}$, et celles de Spâ $\frac{1}{4}$.

Eaux ferrugineuses.

Les eaux acidulées *ferrugineuses* ou martiales sont les plus communes; nous pourrions en compter quelques centaines en France et en Allemagne. L'acide y est combiné avec de l'ocre ferrugineuse ; on y trouve de la magnésie, du sel de Glauber, de l'alcali végétal, du muriate de soude et d'autres substances, de sorte qu'on peut facilement les imiter. Bergmann en fabriquait il y a 40 ans, pour son propre usage et pour celui de ses amis. Les eaux martiales simples, comme à Forges et à Aumale, sont encore plus communes. Celle de Passy contiennent du vitriol ou fer sulfuré, et deviennent noires avec des astringens végétaux.

Eaux amères.

Les *eaux amères* sont chargées de sulfate de magnésie ; telles sont les eaux de Seidlitz et d'Epsom. Les stepps de la Sibérie au nord-est de la mer Caspienne, sont semés de lacs de cette nature ; ils forment presqu'une chaîne, depuis le Kuma et le Bas-Wolga jusqu'au-delà du Jeniseï (2). A côté de ces étangs, on en voit qui contiennent du natron ou de la soude carbonatée. La même abondance d'eaux amères se trouve dans les plaines de Hongrie. Ce trait serait-il commun à tous les bassins d'anciennes mers méditerranées ?

Eaux alumineuses, savonneuses, etc.

Les eaux *alumineuses* sont assez peu nombreuses, on ne cite guère que celles de Bath en Angleterre, de Crems et de Halle en Allemagne (3), et deux ou trois en Russie. Les sources *savoneuses* doivent leurs propriétés à un peu d'argile, qui souvent flotte à la surface comme une graisse liquide.

La formation des eaux acidulées, est une de ces opérations journalières de la nature que la science est parve-

(1) *Klaproth*, Mém. de chimie, I, 320. (2) *Georgi*, Description de la Russie, III, 23-26. (3) *Richter*, dans *Crell*, Annal. de chimie, 1788, cah. IV, p. 324.

nue à connaître. Les eaux courantes trouvent dans le sein de la terre des substances acidifères, dont les acides se dégagent, soit par leur affinité pour l'eau, soit par la fermentation qu'un acide plus fort cause parmi des acides plus faibles; ce procès chimique se renouvelle perpétuellement; la chaux qui contient jusqu'à deux cinquièmes de son poids d'acide carbonique, fournit abondamment aux eaux minérales, cet acide qui en est la base générale (1). Les pyrites, très-répandues sur le globe, donnent par dégagement de l'acide sulfurique (2). Les eaux imprégnées de cet acide, vont dissoudre le fer, la chaux, la magnésie, en un mot toutes les substances. La silice elle-même, qui a long-temps passé pour insoluble dans l'eau, s'est pourtant trouvée dissoute, non seulement dans l'eau bouillante des terrains volcaniques, comme dans les sources de Geyser et Raikum, en Islande, mais même dans des sources d'une chaleur tempérée et jusque dans les eaux communes (3). On avait d'abord cru que la silice ne devenait soluble que par sa combinaison avec l'alcali minéral, comme dans le Geyser; mais il a été prouvé qu'elle l'est par elle-même. Les eaux minérales ne restent pas dans cet état, où les a mises une première opération chimique; en coulant ou en s'infiltrant, elles rencontrent tantôt un sel, tantôt un acide, et ces diverses substances, en s'unissant, en se séparant ou en se modifiant d'après leurs affinités avec la base des eaux minérales, leur communiquent les qualités qui en font varier à l'infini la nature chimique et médicale.

De la formation des eaux minérales.

Il s'en faut bien que toutes ces combinaisons soient bienfaisantes. Sans parler des vapeurs sulfureuses ou carboniques, qui sortent de plusieurs eaux, il paraît très-certain qu'il y a plusieurs sources imprégnées des vapeurs arseniques et mercuriales. Mais la plupart du temps, on a sagement enseveli sous des amas de pierres ces affreux laboratoires

Eaux vénéneuses.

(1) *Bergmann*, Géog.-Phys., I, 370. (2) *Klaproth*, Mém. de chimie, 316. (3) *Bergmann*, Dissertat. sur la source d'Upsala, *Klaproth*, Mém. de chimie, I, 340 *sqq.*, 319.

où la nature elle-même fait le rôle d'empoisonneuse (1). Selon Bergmann, il faut, pour dissoudre l'arsenic, un volume d'eau 14 à 15 fois plus grand, si elle est chaude, et 90 fois si elle est froide, circonstance qui, jointe à la rareté de ce minéral funeste, rend les sources arsénialées peu communes.

Eaux métallifères.

Nous connoissons déjà les *eaux simplement métalliques*, ou qui roulent des molécules de métal, lesquelles n'étant pas combinées avec le fluide, se déposent successivement; outre les eaux cémentatoires ordinaires qui donnent du fer et du cuivre, on en cite qui ont formé, dans une mine de Kongsberg, un dépôt de plomb argentifère. Les rivières aurifères ne tiennent pas même les molécules en suspension; elles roulent des parcelles d'or détachées de quelque rocher. Ces eaux ne sont pas minérales dans le sens propre du mot.

Eaux salées.

Les eaux *salées*, ou, pour parler avec les modernes, *muriatées*, sont peut-être les plus communes de toutes, mais elles existent rarement dans un état de pureté parfaite. Elles abondent le long des monts Carpathes, des monts Uraliens, et en général dans la zone comprise entre le 50e et le 30e parallèles de latitude septentrionale; plus au nord, elles manquent presqu'entièrement; plus au midi, le sel cristallisé abonde à la vérité en certaines régions, comme dans le grand désert d'Afrique, mais nous n'y voyons que peu de sources salées. C'est également dans la zone tempérée du nord que fourmillent les *lacs salés*; l'Asie centrale en est parsemée.

Leur origine.

D'où vient cette nature saline, qui caractérise la plupart des lacs sans écoulement? Les uns disent que le sol voisin de ces lacs a été primitivement imprégné de sel; c'est trancher le nœud, mais il serait difficile de montrer les énormes bancs de sel qu'exigerait cette hypothèse. D'autres regardent tous ces lacs salés comme des restes de l'ancien Océan, qui, pour le besoin de nos *théories de*

(1) *Varenius*, Géog. générale, ch. 17, prop. 12.

la terre, a dû jadis couvrir tout le globe. Mais pourquoi l'ancien Océan aurait-il spécialement affecté ces terrains? Pourquoi tous les lacs ne sont-ils pas restés salés ou saumâtres par la même cause? Enfin, des observateurs très-sages et circonspects, entre autres *Halley* (1), penchent à croire que tous les lacs qui reçoivent beaucoup d'eau douce, et qui se trouvent dans un état de stagnation, doivent prendre un goût saumâtre ou salin, par la corruption de leurs eaux, et par la décomposition des matières animales et végétales que les fleuves y apportent. Il n'y a qu'une objection à faire : pourquoi la salure, et surtout l'amertume de ces lacs, n'augmentent-elles point? Mais n'est-il pas possible de réunir, en quelque sorte, ces trois opinions? Nous accorderons que l'ancienne mer ait couvert ces contrées; mais nous la ferons disparaître par imbibition et vaporisation, et point du tout par un écoulement lent et subit; nous dirons ensuite que des terrains plus compactes, plus glutineux, plus froids, en un mot, des terrains constitués d'une manière particulière, auraient pu retenir en plus grande quantité les molécules salines de l'ancienne mer, qui d'ailleurs s'étaient déjà cristallisées; enfin, la décomposition des eaux douces et des matières animales ou végétales doit, de son côté, produire des sels. Quant à la question, pourquoi cette salure n'augmente pas, nous croyons qu'il est sage d'avouer qu'on n'en connaît point les causes.

Eaux chaudes sulfureuses.

La chaleur qu'éprouvent ordinairement les *eaux sulfureuses* ou chargées de gaz hydrogène sulfuré, a été expliquée de bien des manières; l'opinion ordinaire attribue ce phénomène à la décomposition et à la combustion des pyrites sur lesquels elles passent; mais il se pourrait aussi que des couches de charbons de terre enflammés y eussent une part active (2). Quoi qu'il en soit, les sources chaudes ou thermales sont un des phénomènes les plus curieux pour la géographie-physique. Leur chaleur s'élève quel-

(1) Philosoph. transact. (2) *Klaproth*, Mém. de chimie, I, 313.

quefois à un degré étonnant; la source de Krabland, en Islande, va jusqu'à 103 degrés du thermomètre centigrade de Celsius. Les plus magnifiques de ces sources sont le *Geyser*, en Islande, qui s'élance aujourd'hui sous la forme d'une pyramide d'eau et d'écume, hauteur de plus de 100 pieds, et le *Strok*, voisin du Geyser, qui jaillit comme un jet de pompe, à une hauteur encore beaucoup plus grande (1). Cette île polaire voit des ruisseaux d'eau chaude arroser ses rivages, ceints de glaces flottantes.

Eaux qui s'enflamment.

Il y a des eaux qui s'enflamment sans être chaudes. Tantôt elles contiennent des gaz inflammables dégagés des mines de fer, de zinc et d'étain, dissoutes par les acides sulfurique et muriatique; telles sont les fontaines de Porretta-Nuova, de Barigazo et autres; tel est le ruisseau près Bergerac, auquel on met le feu avec de la paille allumée (2). Tantôt ces eaux sont mélangées avec des bitumes, surtout du naphta et du pétrole qui, en général, flotte à leur surface, et brûle au sein de l'eau; c'est ce qu'on voit à Bakou et dans plusieurs endroits de la Perse. Le lac brûlant d'Islande paraît tenir au premier genre, et il n'est pas invraisemblable qu'il ait pu quelquefois s'enflammer de soi-même. Des personnes dignes de foi assurent avoir vu des feux-follets voltiger à la surface du lac Wetter, en Suède.

Eaux pétrifiantes.

Les *eaux incrustantes* doivent être soigneusement distinguées des *eaux pétrifiantes*. Ces dernières, chargées de parties siliceuses, extrêmement déliées, pénètrent les pores des bois et d'autres substances, et substituent aux élémens de ces corps, d'autres élémens cristallins, arrangés et disposés de même. Cette vertu se montre plus forte qu'ailleurs dans le lac dit *Lough Neagh* en Irlande, et dans quelques sources peu nombreuses (3); mais la plupart des eaux la possèdent jusqu'à un certain degré; le Danube et le Prégel pétrifient dans le cours de quelques siècles les pieux qu'on y enfonce.

(1) Voyez ci-après la description de l'*Islande*. (2) Mémoires de l'acad. des sciences de Paris, ann. 1699, p. 26. (3) *Bruckmann*, Magasin d'Hambourg, II, 156, IV, 503, etc.

Les *eaux incrustantes* agissent d'une manière plus manifeste, en déposant comme une croûte les parties terreuses dont elles sont chargées. La source de Guancavelica, qui en déposant des sédimens calcaires fournit les moellons dont les villes voisines sont bâties, le bel albâtre que forment les bains de Saint-Philippe, en Toscane, une source chaude près de Tours, les dépôts connus sous le nom de *dragées de Tivoli*, le magnifique bassin que les sources de Carlsbad se sont construit elles-mêmes, et beaucoup d'autres exemples que je pourrais citer, seraient inutiles pour éclaircir un fait aussi simple. Observons plutôt que cette qualité d'incruster, appartenant plus particulièrement aux sources chaudes, se trouve pourtant dans plusieurs eaux froides. Les dépôts ordinaires consistent en tuf calcaire ; le Geyser dépose un tuf siliceux.

Eaux incrustantes

Ces aperçus peuvent suffire pour la théorie des eaux douces et minérales rassemblées sur la terre ferme. Une plus vaste scène nous appelle : il faut parcourir l'immensité de l'Océan.

LIVRE TRENTE-SIXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Mer et des Eaux marines. Des Marées. Des Courans.

Les mers sont un des objets les plus importans de la géographie-physique. L'Océan, par ses exhalaisons qui rafraîchissent et humectent l'air, entretient la vie végétale, et fournit des alimens nécessaires à ces admirables canaux d'eau courante, qui, en coulant toujours, ne se vident jamais. Sans l'influence bienfaisante de ces vapeurs, qui à chaque instant s'échappent de la surface des mers, toute la terre languirait, déserte et inanimée ; le desséchement de l'Océan, lent ou subit, suffirait probablement pour plonger dans le néant toute la nature organisée. Ce vaste amas d'eaux sert également à engloutir et décomposer beaucoup de mauvais gaz et de débris, tant du règne animal que du végétal. Enfin l'Océan, en ouvrant un vaste champ au commerce, rend voisines des nations que tant d'immenses montagnes et tant de fleuves rapides semblaient pour toujours avoir séparées.

Vues générales.

Nous avons parlé de l'aspect varié des côtes, qui sont les limites communes de la mer et de la terre. Quant au *fond* du bassin de la mer, il semble avoir des inégalités semblables à celles qu'offrela surface des continens ; mis à sec, il présenterait des montagnes, des vallées, des plaines ; il est d'ailleurs presque partout habité par une immense quantité d'animaux testacés, ou couvert par des sables et des graviers. C'est ainsi que *Donati* a trouvé le fond de la mer Adriatique ; la couche de testacés y a, selon lui, des centaines de pieds d'épaisseur (1). Le fameux plon-

Fond du bassin de la mer.

(1) *Donati*, Storia naturale marina del Adriatico. *Marsigli*, Histoire physique de la mer.

geur *Pesciuola*, que l'empereur Frédéric II engagea à descendre dans le détroit de Messine, y vit avec effroi d'énormes polypes attachés aux rochers, et dont les bras, de plusieurs aunes de long, étaient plus que suffisans pour étouffer un homme (1). En beaucoup d'endroits les madrépores forment comme une forêt pétrifiée, fixe au fond même de la mer; souvent aussi ce fond présente à nu diverses couches de roches et de terres. Le granite s'y élève en écueils pointus. Près Marseille, on extrait du marbre d'une carrière sous-marine. Il en jaillit même des sources d'eau douce et des sources bitumineuses : dans le golfe de la Spezia, on voit un grand jet d'eau douce s'élever comme une colline liquide (2). Des sources semblables fournissaient aux habitans de la ville d'Aradus leur boisson ordinaire (3). A la côte méridionale de Cuba, au sud-ouest du port de Batabano, dans la baie de Xagua, à deux ou trois milles nautiques de terre, des sources d'eau douce jaillissent avec tant de force du milieu de l'eau salée, que les petites barques n'en approchent pas sans danger; plus on puise profondément, plus l'eau est douce (4).

Sources d'eau douce dans la mer.

On croit avoir observé que partout dans le voisinage des côtes hautes et escarpées, le fond de la mer aussi s'enfonce subitement à une profondeur considérable; tandis que près d'une côte basse et en pente douce, la mer ne prend que peu à peu de la profondeur (5).

Il y a des endroits dans la mer où l'on n'a pas trouvé de fond; mais il ne faut pas en conclure que la mer y soit réellement sans fond; idée, sinon absurde, du moins peu conforme aux analogies de la physique. Les montagnes des continens semblent répondre à ce qu'on appelle les *abîmes* de la mer. Or, les montagnes les plus hautes ne s'élèvent pas à 20,000 pieds. Il est vrai qu'elles ont été dé-

Profondeur de la mer.

(1) *Kircher*, Mundus subterraneus, l. II, c. 15.

(2) *Spallanzani*, Journal de physique, juillet, 1786. (3) *Strab.*, Geog., l. XVI, p. 753, édit. Casaub. 2°. Comp. *Plin.*, Hist. nat., V, 31, 1, 103. (4) *Humboldt*, Tableaux de la nature, I, 235. (5) *Damnier*, Voyage autour du monde, II, 119. *Pontoppidan*, Hist. nat. de la Norvège, I, 109. (en dan.).

gradées par l'action des élémens ; ainsi l'on peut croire que la mer n'a jamais au-delà de 30,000 pieds de profondeur ; mais il n'en faut pas le tiers pour qu'il soit impossible de trouver le fond avec nos petits instrumens. La plus grande profondeur qu'on ait essayé de mesurer, est celle trouvée dans l'Océan septentrional par le lord *Mulgrave*. Il laissa tomber une sonde très-pesante, et fila du câble jusqu'à 780 toises, ou 4680 pieds, sans trouver le fond.

Niveau des mers.

Le *niveau* des mers est, généralement parlant, le même partout; cela suit de la pression égale en tout sens qu'exercent les molécules d'un fluide l'une sur l'autre. L'Océan pris dans son ensemble, a donc une surface sphérique, ou plutôt sphéroïdique, qui peut être regardée comme la vraie surface de notre planète. Les golfes et les méditerranées, qui n'ont que peu de communication avec l'Océan, peuvent seuls faire une exception à cette thèse : dans ces parties de la mer l'eau peut quelquefois être à un niveau un peu plus élevé que dans l'Océan. On prétend que les Hollandais ont trouvé le niveau du golfe de Zuyderzée considérablement plus élevé que la mer du Nord (1). Il paraît plus vraisemblable que le golfe Arabique soit plus élevé que la Méditerranée, et qu'en général, les petites portions de mer, ouvertes uniquement à l'est, aient un niveau plus élevé à cause de l'accumulation des eaux, poussées dans ces golfes comme dans un cul-de-sac par le mouvement général de la mer de l'est à l'ouest, mouvement dont nous parlerons plus loin. Il y a aussi des méditerranées où le niveau des eaux change avec les saisons : la Baltique et la mer Noire s'enflent au printemps par la quantité d'eau que les grands fleuves leur apportent. Ces deux mers intérieures se rapprochent de la nature des lacs qui ont ordinairement un niveau plus élevé que celui de l'Océan.

L'eau de mer contient, outre l'eau pure, plusieurs sub-

(1) *Varenius*, Géog. génér., p. 101, édit. de Newton.

stances étrangères, dans des proportions qui varient selon les endroits. L'acide muriatique ou marin, l'acide vitriolique ou sulfurique, l'alcali minéral fixe, la magnésie et la chaux sulfatée y entrent pour l'ordinaire. Par la cuisson ou l'évaporation, on en retire du sel commun (soude muriatée) qui est préféré, pour la salaison, au sel de sources. La salure et l'amertume des eaux de mer les rendent désagréables au goût, et inutiles pour l'usage de l'homme. Nature chimique des eaux marines.

La salure de la mer semble, en général, être moindre vers les pôles que sous l'équateur. Cependant il y a des exceptions pour certains pays, et, en général, pour tous les golfes qui reçoivent beaucoup de rivières. Voici quelques observations sur cet objet citées par *Bergmann* (1). Salure de la mer.

Près de l'Islande, la mer contient en sel.	$\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{10}$ de son poids.
Près des côtes de Norvège, *mer du Nord* (2). .	$\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$
Dans le Kattegat, près Warberg (3).	$\frac{1}{16}$
Dans la mer Baltique.	$\frac{1}{50}$
Dans le golfe de Bothnie.	$\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{30}$
Dans la mer du Nord, près le Northumberland.	$\frac{1}{30}$
Dans la mer du Nord, près la Tamise.	$\frac{1}{29}$
Dans la mer du Nord, sur les côtes de Hollande.	$\frac{1}{32}$
Dans la mer d'Irlande, près Cumberland.	$\frac{1}{40}$
Dans le canal d'Angleterre.	$\frac{1}{30}$
Dans la mer Atlantique, côtes de France.	$\frac{1}{32}$
Dans la mer Atlantique, côtes d'Espagne.	$\frac{1}{16}$
Dans la Méditerranée, près Castiglione.	$\frac{1}{21}$
Dans la Méditerranée, 5 milles au nord de Malte	$\frac{1}{27}$

L'eau de mer est, en plusieurs endroits, moins salée à sa superficie qu'au fond. Au détroit de Constantinople, la proportion est de 72 à 62; dans la Méditerranée, comme 32 à 29. On a trouvé, dit *Bergmann*, que dans l'Œresund, l'eau prise à la superficie, à 5 et à 20 brasses de profondeur, était à l'eau de neige fondue, comme 10,047, 10,060

(1) Géographie-Physique, I, 431. Comp. *Ingenhous*, Expériences sur les végétaux, p. 284. (2) *Hierne*, Tentam. chem., II, 178.
(3) *Swedenborg*, Miscel. observat., 103.

et 10,189 à 10,000. L'eau doit être plus épaisse et plus pesante à une certaine profondeur, puisqu'elle peut se comprimer au point qu'à une profondeur de 1,800, elle doit être comprimée de $\frac{15}{1000}$ par son propre poids. En acquérant plus de salure, l'eau marine semble perdre, à une certaine profondeur, son amertume; c'est du moins ce que démontrent les expériences de Sparmann, qui, ayant pris une bouteille d'eau de mer à 60 brasses de profondeur, lui trouva le goût d'eau douce dans laquelle on aurait dissous du sel commun. D'après l'analyse chimique, il y avait extrêmement peu de magnésie (1).

Variations de la salure des eaux marines.

L'eau de mer éprouve de grands changemens par l'agitation des flots, par la variation des saisons, et par l'action des courans. Près de Walloë, en Norvège, où il y a une saline, on a remarqué que l'eau de mer prise à sa superficie, contient $\frac{1}{24}$ de son poids de sel, au moment où les glaces se détachent, lesquels occupent jusqu'à 30 pieds de profondeur; tandis que ce sel, dans toute autre saison, n'est en raison que de $\frac{1}{50}$. On éprouve sur les côtes de Cumberland, en Angleterre, une évaporation encore plus forte, puisqu'on a ordinairement $\frac{1}{45}$ de sel; et, après beaucoup de pluie, seulement $\frac{1}{50}$. Sur la côte de Malabar, l'eau marine devient quelquefois potable (2). Dans le Sund, les eaux changent de pesanteur et de salure avec les vents et les courans : viennent-ils de l'est ? l'eau ne pèse que $\frac{4}{10000}$ plus que la neige fondue; arrivent-ils, au contraire, de l'ouest? l'eau pèse $\frac{126}{10000}$.

On prétend qu'en Islande la mer est plus salée pendant le flux que pendant le reflux; tandis que, dans le golfe de Bothnie, c'est justement le contraire; car les habitans y connaissent, par l'accroissement successif de la salure pendant le reflux, si le moment du flux approche. Dans ce même golfe la salure de la mer est, en général, la plus grande vers le solstice d'hiver, et la plus petite vers celui

(1) *Bergmann*, dans le Magasin de physique de Gotha, II, cah. I, p. 99-101 (2e édit. allem.). (2) *Duhamel*, Philos. Burg, cité par *Bergmann*, I, 434.

d'eau douce qui doit provenir sans doute, non seulement de l'écoulement des fleuves, mais encore de la fonte des glaces (1).

Origine de la salure des eaux marines.

Il est plus aisé de voir les utiles résultats de la salure des eaux marines, que d'en découvrir l'origine. Sans cette salure, et sans un mouvement continuel, les eaux de la mer se corrompraient; elles seraient infiniment moins propres à porter des vaisseaux, et ne permettraient vraisemblablement pas à beaucoup d'animaux de vivre dans leur sein. Mais, d'où vient cette salure? Des bancs de sel, situés au fond de la mer? Mais ils semblent plutôt être eux-mêmes des dépôts que la mer a formés par précipitation. Viendrait-elle de la corruption des eaux fluviatiles? Il semble en effet que les eaux douces qui dégorgent dans des lacs fermés et stagnans, se corrompent, se décomposent, et forment des dépôts de sel. Or, on pourrait regarder l'Océan comme un grand lac, l'égoût commun de toutes les eaux terrestres. Mais, dit-on, dans ce cas, la salure devrait augmenter de jour en jour. *Halley*, qui a développé cette opinion (2), désirait qu'on fît des expériences qui serviraient, dans les siècles futurs, à éclaircir cette question. Plusieurs naturalistes modernes considèrent la mer actuelle comme le résidu d'un fluide primitif qui a dû tenir en dissolution toutes les substances dont le globe est composé; que ces eaux-mères ayant déposé tous les principes terreux, acides et métalliques dont elles étaient chargées, il est resté dans leur résidu, qui est la mer actuelle, quelques-uns de ces principes élémentaires, trop intimement combinés avec l'eau pour s'en échapper.

Quant à l'amertume des eaux marines, comme elle diminue en raison de la profondeur, elle pourrait bien venir uniquement de la grande quantité des matières animales et végétales, en décomposition et en putréfaction, qui flottent dans la mer, et que les eaux courantes ne cessent d'y apporter.

(1) *Palmstruck*, Officier suédois, cité par *Bergmann*, l. c.

(2) Philos. transact., n° 334.

Essais de rendre potable l'eau marine.

On a employé divers procédés pour rendre l'eau de mer potable. Le seul qui réussit est la distillation, mais il demande trop de soins et trop de chauffage pour pouvoir être employé en grand. La distillation même n'enlève pas toute l'amertume des eaux marines, lorsqu'elles contiennent du sel ammoniaque. Ainsi les marins, quoique nageant au milieu de l'eau, se voient souvent exposés à mourir de soif, lorsque leur provision d'eau fraîche est épuisée. S'ils trouvent des glaces fixes ou flottantes, ils n'ont qu'à en prendre des morceaux, qui, en se fondant, donnent une eau douce, quoiqu'un peu fade (1).

Couleur des eaux marines.

La *couleur* de la mer varie en apparence beaucoup; cependant elle est en général d'un bleu verdâtre foncé, qui, vers les côtes, devient plus clair. Il paraît que cette couleur apparente de la mer ne provient que des mêmes causes qui font paraître les montagnes bleues dans l'éloignement, et qui donnent à l'atmosphère sa couleur azurée. Les rayons de lumières bleues, comme les plus réfrangibles de tous, sont renvoyés en plus grande quantité par le fluide aquatique, qui leur fait subir une forte réfraction, en raison de sa densité et de sa profondeur.

Les autres nuances dans la couleur des eaux marines, dépendent des causes locales et quelquefois des illusions. On dit que la mer Méditerranée, dans sa partie supérieure, prend une teinte quelquefois pourprée. Dans le golfe de Guinée la mer est blanche, et autour des îles Maldives, noire. La mer Vermeille, près la Californie, a reçu son nom de la couleur rouge qu'elle prend souvent. Le même phénomène a été observé à l'embouchure de la rivière de la Plata, par *Magellan*, et en d'autres endroits.

Il n'est pas impossible qu'une grande quantité de certains insectes puisse, pour quelque temps, donner à une étendue de mer des teintes rougeâtres ou blanches. Un mélange avec certaines substances terreuses ou minérales,

(1) Voyez entre autres *Forster*, Observations faites pendant ses voyages, p. 50-52 (en all.). *Brehmer*, Nouvelle méthode de distiller l'eau de mer, dans *Voigt*, Magasin des sciences naturelles, VII, 417 *sqq.*

la nature du sol et plusieurs autres causes, peuvent produire ces apparences.

Les teintes vertes et jaunâtres de la mer proviennent des végétaux marins. On connaît des endroits dans la mer où ces végétaux s'élèvent jusques à sa surface, et la couvrent même toute entière, comme entre les îles Canaries et celles du Cap-Vert, dans les parages que les Hollandais appellent *Kroos-zee*, et les Portugais *mare di Sargasso*. Cette végétation marine présente en grand les mêmes phénomènes que la *floraison des lacs*. Dans les lacs, ce sont des mousses d'eau très-fines, couvertes de chevelus, qui s'élèvent pendant le jour à la surface de l'eau, et qui souvent se plongent dans l'eau pendant la nuit. Végétation marine.

La *lumière de mer* est un spectacle magnifique et imposant. Quelquefois le vaisseau, en fendant les ondes, semble tracer un sillon de feu; chaque coup de rames fait jaillir des jets d'une lumière ici vive et scintillante, là tranquille, et pour ainsi dire perlée. D'autres fois, des milliers d'étoiles semblent flotter et se jouer à la surface; ces points lumineux se multiplient, se réunissent, et bientôt ils ne forment qu'un vaste champ de lumière. En d'autres temps, la scène devient plus tumultueuse; des vagues lumineuses s'élèvent, roulent, et se brisent en écume brillante. On voit de gros corps étincelans, semblables, pour la forme, à des poissons, se poursuivre, se perdre, s'élancer de nouveau. Ces mobiles foyers de lumière se groupent de mille manières. Lumière de mer.

L'explication de ce phénomène a beaucoup occupé les naturalistes. *Valisnéri*, *Rigaud* et *Dicquemare* (1), ont démontré que, dans beaucoup d'occasions, cette lumière était produite par un petit animal qu'on a nommé *ver luisant de mer*; cet animal a le corps extrêmement mince, délicat, transparent, d'une mobilité étonnante; il jette une Phosphorescence des animaux marins.

(1) *Rigaud*, Journal des Savans, 1770, cahier de mai. *Dicquemare*, Journal de physique, octobre, 1775. *Vianelli*, Nuove scoperte alle luce nocturne. Venise. 1746.

lumière vive et scintillante. Les observations de *Griselini*, de *Godeheu*, de *Dagelet*, d'*Adanson* (1), ont prouvé que la mer contient encore d'autres animaux lumineux, surtout des scolopendres et des polypes. Les *méduses* lancent de leurs antennes une forte lumière, semblable à celle d'une bougie, tandis que leur corps reste obscur (2). La *pennatula marina* jette tant de clarté, qu'elle fait distinguer pendant la nuit les autres poissons pris dans le même filet (3). Tous les zoophytes et les mollusques semblent posséder la phosphorescence dans un degré plus ou moins grand. Les observations de M. Péron (4) et de M. Langsdorff (5) viennent de confirmer cette explication des phénomènes lumineux de la mer, la seule qu'on puisse admettre comme générale. Il paraît que cette émission de phosphore tient à une grande exaltation des esprits vitaux chez ces divers animaux, et que c'est principalement au moment de leurs jouissances amoureuses qu'ils lancent un éclat aussi brillant.

Phosphorescence des matières putréfiées.

Fougeroux, *Canton*, *Forster*, et d'autres bons observateurs, en convenant de l'existence des vers luisans, pensent que la lumière de mer, lorsqu'elle est tranquille, et comme unie avec les eaux de la mer, provient de la décomposition des matières végétales et animales rassemblées dans la mer, et qui, en se putréfiant, laissent échapper leur phosphore. Cette espèce de lumière marine se montre surtout dans les longs calmes, et après de grandes chaleurs (6). Le frai des poissons semble aussi posséder la qualité de jeter un certain éclat; c'est peut-être à cette

(1) *Lalande*, Lettre, etc., dans le journal des savans, 1777. *Griselini*, Observations sur la scolopendre marine, etc. Journal de physique, 2784, janvier, etc. (2) *Forskal*, dans *Niebuhr*, Voyage en Arabie, I, p. 7 (en all.). (3) Philosoph. transact., vol. 53, tab. 19, fig. 1-4. *Shaw*, *Spallanzani*, etc. (4) *Péron*, Voyages aux terres australes, I, 41. Comp. *Annal. du Muséum*, II, cahier 2. (5) *Langsdorf*, dans *Voigt*, Magasin de physique et d'histoire naturelle, X, 202. (6) *Forster*, Observations, etc., p. 57-58. *Id.*, dans *Sparmann*, Voyage au Cap, p. *Canton*, Philosoph. transact., vol. 59, p. 446. *Fougeroux*, sur la lumière que donne l'eau, etc. Mémoires de l'acad. de Paris, 1767.

cause, on doit, dans les mers boréales, certaines apparences lumineuses appelées par les pêcheurs *lueurs de harengs*.

On a cru observer que la lumière marine phosphorique était plus forte dans un temps d'orage; ce qui a fait dire que le phénomène pouvait n'avoir d'autre cause que le frottement des courans marins (1). Nous rapporterons, à ce sujet, une réflexion de *Newton* : « Tous les solides, » dit ce grand physicien, lorsqu'ils sont chauffés au-delà » d'un certain degré, n'émettent-ils pas de la lumière ? Et » cette émission n'est-elle pas opérée par le mouvement » vibrant de leurs molécules? Et tous les corps qui abon- » dent en parties terreuses, et surtout sulfureuses, ne » jettent-ils pas de la lumière aussi souvent que ces par- » ties sont suffisamment agitées, que cette agitation » vienne de la chaleur, de la friction, de la putréfaction, » d'un mouvement vital ou d'une autre cause quelconque? » C'est ainsi que l'eau marine, dans une forte tempête, » devient luisante (2) ». Frottement des eaux.

La lumière qui provient des animalcules vivans, précède ordinairement les orages, qu'ils semblent en quelque sorte pressentir.

La température de la mer change moins soudainement et moins facilement que celle de l'atmosphère. L'eau marine est un mauvais conducteur du calorique. D'ailleurs, les rayons solaires visibles ne peuvent point échauffer le fond de la mer, puisqu'ils n'y pénètrent que jusqu'à 45, ou, selon *Bouguer*, 113 toises. Au-delà de cette limite, la mer ne reçoit donc plus de lumière ; mais le calorique y pénètre peut-être un peu plus en avant. La température du fond de la mer semblerait donc devoir suivre celle de l'intérieur du globe dans les différentes latitudes. Température de la mer.

Mais les expériences de M. Péron ont démontré que la température de la mer, à de grandes profondeurs, se refroidit dans une progression constante, sans qu'on doive

(1) *Bajon*, Histoire naturelle de Cayenne, vol. I. (2) *Newton*, Optics, p. 314 (en angl.).

cependant en conclure que le fond de la mer soit congelé (1).

Glaces marines.

Les glaces marines semblent naître vers les pôles à mesure que la salure de la mer diminue, et que le mouvement de rotation de chaque point du globe devient moins rapide. On voit déjà, vers le 40e degré de latitude, de gros morceaux de glace flotter sur la mer; ils ont été détachés de quelque endroit plus septentrional, et entraînés par les courans qui vont du pôle à l'équateur. A 50 degrés, il est déjà assez ordinaire de voir les rivières, les lacs, et même les bords de la mer, se couvrir de glace. A 60 degrés de latitude boréale, les golfes, les mers intérieures se gèlent souvent sur toute leur surface. A 70 degrés, les glaçons flottans deviennent plus fréquens, plus énormes; et vers le 80e degré on trouve, le plus souvent, des glaces fixes, non pas que la mer y soit gelée jusqu'au fond, mais parce que les glaces s'y sont accrochées et arrêtées par leur accumulation.

Tous ces phénomènes se rencontrent dans l'hémisphère boréal, mais dans une progression plus rapide; de sorte que les champs fermes de glaces se trouvent déjà à 70 degrés, et les grandes îles de glaces flottantes se montrent en foule, et quelquefois même se fixent en-deçà de 60 degrés de latitude.

Les îles de glace ont souvent une demi-lieue de long, et s'élèvent au-dessus des eaux jusqu'à cent pieds. Ces masses énormes, dangereuses aux vaisseaux, se forment, dit-on, par l'accumulation des lames de glace qui glissent l'une sur l'autre. Je serais tenté de croire que, dans plusieurs cas, les glaçons se forment tout d'un seul jet, comme les cristaux. La congélation est une véritable cristallisation; les forces qui la déterminent peuvent, vers les pôles, être au-delà de tout ce que nous concevons.

Aspect de ces glaces.

Les champs de glaces ont souvent une étendue immense; Cook en trouva une bande qui joignait l'Asie orientale à l'Amérique septentrionale. L'aspect de ces

(1) *Péron*, Mémoire lu à l'Institut.

contrées. Ces îles de glace surpassent toute idée que l'imagination pourrait nous en donner. Tantôt on croit voir des montagnes d'un pur cristal et des vallées semées de diamans ; tantôt des tours grisâtres avec leurs flèches resplendissantes, semblent s'élever au-dessus d'un rempart crénelé de glaces. L'atmosphère brumeuse, qui agrandit et rapproche les objets, rend ce spectacle encore plus gigantesque. Mais il faut avoir un cœur d'airain, pour oser s'enfoncer dans ces mers inhospitalières ; car si le navigateur n'y a point à craindre les tempêtes extrêmement rares sous ces latitudes, si les trombes et les ouragans y sont inconnus, il court d'autres dangers bien plus capables d'effrayer les esprits les plus téméraires. Tantôt des glaçons énormes, agités par le vent et les courans de mer, viennent se heurter contre son frêle navire : point de rocher ou d'écueil si dangereux ni si difficile à éviter ; tantôt ces montagnes flottantes entourent perfidement le voyageur, et lui ferment toute issue ; son vaisseau s'arrête, se fixe ; en vain la hache impuissante cherche à briser ces masses énormes ; en vain les voiles appellent les vents : le bâtiment est comme soudé dans la glace ; et le navigateur, séparé du monde des vivans, reste seul avec le néant. Qu'elle est affreuse la situation de ceux qui, ainsi enfermés par la glace, n'ont d'autre ressource que de quitter leur vaisseau, et de marcher sur cette croûte consolidée de la mer, qui, à chaque moment, peut s'entr'ouvrir sous leurs pieds ! Heureux encore si, mourant de froid et de faim, tous ensemble réunis sur un morceau de glace flottante, ils peuvent être jetés sur les rivages de la Sibérie ou de la Nouvelle-Zemble ! Mais la plupart du temps il ne reste aucun espoir de vie aux malheureux naufragés sur cette terrible mer. Ou l'onde glaciale les engloutit, ou le tyran de cet affreux empire, l'ours blanc, les dévore ; ou enfin, l'intensité du froid étouffe dans leurs corps la chaleur vitale, leurs pieds se collent sur la glace, le sang s'arrête dans leurs veines, et pour eux, la nuit polaire devient une éternelle nuit.

Dangers du navigateur dans les mers glaciales.

Un écrivain ingénieux (1) a prétendu que les pôles étaient entourés chacun d'une vaste coupole de glace, assez étendue pour produire, par sa fonte journalière, le phénomène des marées, à peu près comme la fonte des neiges dans les Alpes, produit des mouvemens périodiques dans certains lacs et fontaines. Mais les phénomènes des marées ne peuvent pas s'expliquer de cette manière, et l'existence même de deux semblables coupoles est très-douteuse. Comme il faut une certaine agitation pour produire des glaces, il se pourrait bien que la congélation fût plus perpétuelle vers le 80e degré qu'au pôle même. Quelques coups de vent subits que les navigateurs éprouvent dans ces latitudes, et qui viennent du pôle, semblent indiquer des changemens successifs dans l'état de ce point extrême du globe. Il est plus sûr que la fonte des glaces polaires contribue à former les courans qui vont du pôle à l'équateur.

Étendue des glaces marines.

Les glaçons ne répandent pas un froid si vif autour d'eux, à leur place natale, que lorsque détachés et déjà fondans, ils sont portés par les flots vers d'autres parages; car, comme la glace n'est formée que par l'absence du calorique, sa fusion ne s'opère que par une nouvelle combinaison avec le calorique. Où prendre cet élément? Dans l'air ambiant. Les glaces en absorbent avidement le calorique, et le rendent par conséquent extrêmement froid.

Les eaux de la mer cèdent à la plus légère impression; et quoique leur densité et leur pesanteur concourent à les retenir dans un équilibre stable, elles sont animées jusques à une certaine profondeur de mouvemens très-rapides et très-variés. On peut classer ces mouvemens d'après la manière dont les molécules se meuvent, et d'après la nature des agens qui font naître le mouvement.

Mouvemens des eaux marines.

La différence de direction distingue les mouvemens *horizontaux* des mouvemens *verticaux*. Dans les premiers, l'eau coule sur la surface du globe; dans les autres, elle s'éloigne ou s'approche du centre de la terre. Les mouve-

(1) *Bernardin de Saint-Pierre*, Etudes de la nature.

mens horizontaux peuvent être *directs* ou *courbes*, ou même *circulaires*, etc. De l'étendue et de la durée du mouvement dépend la différence entre les *oscillations*, dans lesquelles toute une masse d'eau est remuée à la fois, et les *ondulations*, dans lesquelles le mouvement se propage d'une partie de la masse à l'autre.

Selon la nature des causes motrices, on peut distinguer trois genres de mouvemens dans la mer. Les marées sont des *mouvemens sydériques*, puisqu'elles dépendent de la puissance des astres. Les courans généraux, et la plupart des courans particuliers, ont leurs causes dans l'élément même qui en est agité; ce sont donc les *mouvemens propres* de la mer. La troisième espèce comprend les *mouvemens atmosphériques*, produits par l'action des vents. Quant à ces oscillations violentes qui accompagnent les tremblemens de terre, et rendent ainsi l'Océan complice des volcans, je voudrais les appeler *tremblemens de mer*; ils sortent de la série des mouvemens ordinaires.

Régions de la mer.

On peut distinguer dans la mer, trois régions ou couches, l'une au-dessus de l'autre, mais sans limite constante. La première, agitée par les vents, est la *région des ondulations*; celle-ci est immédiatement suivie par la *région des courans*; vient enfin la *région immobile*, où la densité des particules, par la pression, par leur adhérence au globe, par le frottement, rend le mouvement nul.

Ondes, flots, lames.

Les mouvemens de l'air produisent à la superficie de l'eau des mouvemens correspondans. Les vents inégaux font naître des *ondes* ou des *flots* qui s'élèvent en montagnes écumantes, roulent, bondissent, se brisent l'un contre l'autre; dans un moment, ils semblent porter les déesses de la mer qui viennent s'égayer par des jeux et des danses; dans l'instant prochain, une tempête fond sur eux, et les anime de sa fureur; ils semblent se gonfler de colère, on croit voir les monstres marins qui se livrent la guerre. Un vent fort, constant et égal, produit dans la mer des *lames* ou de longues rides d'eau, qui s'élèvent comme sur le même front, marchent d'un mouvement

uniforme, et l'une après l'autre viennent se précipiter sur le rivage. Quelquefois les lames suspendues par un coup de vent, ou arrêtées par un courant, forment comme une muraille liquide ; malheur au téméraire navigateur qui s'en approcherait !

Cause des ondulations.

Toutes ces oscillations proviennent de ce qu'un courant d'air, en déplaçant quelques parties des eaux, a rompu l'équilibre dans lequel elles tendent chaque moment à se remettre. Ces mouvemens tiennent de ceux du pendule. Ils n'affectent que la superficie des eaux ; les plongeurs assurent que dans les plus grandes tempêtes, on trouve une eau tranquille à 15 toises de profondeur. Les géomètres ont entrepris de soumettre ces mouvemens à leurs calculs. « La vitesse de la propagation des ondes, dit un savant » illustre (1), sera la même que celle qu'un corps grave » acquerrait en descendant d'une hauteur égale à la moi- » tié de la profondeur de l'eau dans le canal. Par consé- » quent, si cette profondeur est d'un pied, la vitesse des » ondes sera de $5\frac{51}{1000}$ pieds par seconde ; et si la profon- » deur de l'eau est plus ou moins grande, la vitesse des » ondes variera en raison sous-doublée des profondeurs, » pourvu qu'elles ne soient pas trop considérables. »

Il faut distinguer des *ondes* produites par l'action momentanée du vent, les *vagues* qui proviennent de l'impulsion communiquée aux eaux par un vent précédent, ou par un courant, ou enfin par une autre cause quelconque. Les navigateurs voient souvent cette double oscillation, qui quelquefois contribue à augmenter l'agitation du vaisseau.

Marées.

Les marées sont des oscillations régulières et périodiques, que les mers du globe terrestre subissent par l'attraction des autres corps célestes, principalement par celle de la lune et du soleil (2).

(1) *Lagrange*, Mécanique analytique, p. 491. (2) *Bernouilli*, Mémoire couronné, *sur le flux et le reflux*. Les mémoires d'*Euler* et de *Maclaurin*, celui-ci, sous le titre de Théorie du Flux et Reflux, 1740. *Lalande*, Traité sur le Flux et Reflux, 1781. *Laplace*, Système du Monde. *Idem*, dans les Mémoires de l'Académie des sciences, 1790.

Considérons d'abord la seule action de la lune sur la mer, et supposons cet astre dans le plan de l'équateur. Il est évident que si la lune exerçait sur toutes les molécules de la mer, une attraction égale et parallèle au centre de la gravité de la terre, le système entier du sphéroïde terrestre, et des eaux qui le recouvrent, serait animé d'un mouvement commun, et leur équilibre relatif ne souffrirait aucune atteinte. Cet équilibre n'est troublé que par la différence entre les attractions que la lune exerce, et l'inégalité de leurs directions. Quelques parties du globe sont directement attirées par la lune ; d'autres le sont obliquement ; celles-là sont en conjonction avec la lune, et une ligne tirée des centres de deux planètes, passerait par leur zénith ; celles-ci sont en quadrature avec la lune, c'est-à-dire, une ligne tirée du centre terrestre, à leur zénith, ferait un angle de 90 degrés avec la ligne qui joint les centres de ces deux planètes. La force attractive, qui agit obliquement, est décomposée, à cause de son incidence oblique. Ainsi, les parties en conjonction sont plus fortement attirées que celles en quadrature ; la pesanteur de leurs molécules est diminuée. Il faut donc, pour qu'il y ait équilibre dans toutes les parties de la mer, que les eaux s'élèvent sous la lune, afin que l'excès de pesanteur des molécules en quadrature, sur celles en conjonction, soit compensé par la plus grande hauteur de celles-ci.

Action de la lune.

Les eaux s'élèvent, non seulement du côté où est l'astre attirant, mais encore du côté opposé, parce que si l'astre attire les eaux supérieures plus qu'il n'attire le centre de la terre, il attire aussi ce centre plus qu'il n'attire les eaux inférieures dans l'hémisphère opposé. Ces eaux se porteront donc moins vers l'astre attirant, que ne le fera le centre de la terre ; elles resteront en arrière du centre autant que les eaux supérieures vont en avant du côté de la lune.

Il se formera donc, par l'action de la lune sur la terre, deux promontoires ou éminences d'eau : l'un du côté de

la lune, l'autre du côté opposé, ce qui donnera à la mer à peu près la figure d'un sphéroïde alongé, dont le grand axe passera par le centre de la lune et de la terre. La marée est *haute* sous la lune et dans le point opposé, à 180 degrés de distance. Il s'ensuit que, dans les deux points intermédiaires, ou à 90 degrés de distance de la lune, la marée doit être *basse*.

Marée haute et basse.

La terre, par son mouvement de rotation, présente successivement à la lune, dans l'espace de 24 heures, tous ses méridiens, qui se trouvent conséquemment tour-à-tour et dans un intervalle de 6 heures, tantôt sous la lune, tantôt à une distance de 90 degrés de cet astre. De-là, il résulte que dans le temps qui s'écoule entre le départ de la lune d'un méridien, et son retour prochain au même méridien, c'est-à-dire, dans l'espace d'un jour lunaire, qui surpasse le jour solaire d'environ 50 minutes et une demie, les eaux de la mer s'éleveront deux fois et s'abaisseront deux fois dans tous les lieux de la terre, quoique d'une manière presque insensible dans les endroits éloignés de la route lunaire.

La terre, en tournant sur son axe, emporte avec elle, à l'orient de la lune, les promontoires ou les molécules d'eau les plus élevées; elles continueront donc de s'élever encore par l'action de la lune; et quoique cette action, déjà moins directe, diminue de force à chaque instant, elle subsiste et continue à combattre l'inertie et le frottement qui retardent l'élévation. Voilà pourquoi cette élévation n'atteint pas son *maximum* au moment même où la lune passe par le méridien, mais à peu près trois heures après ce passage.

Une seconde cause tend à produire le même effet. Les eaux, placées en quadrature à l'occident de la lune, et portées vers la conjonction, avec cet astre, par le mouvement de rotation de la terre, seront continuellement accélérées dans ce quart de leur jour, se mouvront après la syzygie ou conjonction, avec cette somme d'accélérations; et rencontrant alors des molécules continuellement plus

retardées que la terre, il se formera deux courans contraires, qui placeront la plus grande élévation à environ 45 degrés après la syzygie. Pour des raisons semblables, la plus grande dépression des eaux n'arrivera pas à la quadrature, mais à 45 degrés de ce point, et trois heures après.

Si maintenant nous supposons le soleil dans le plan de l'équateur, il est évident que son action, en ayant lieu de la même manière que celle de la lune, doit exciter dans l'Océan une agitation semblable aux marées lunaires. Ainsi, les eaux s'éleveront deux fois, et s'abaisseront deux fois pendant un jour solaire; mais à cause de l'immense distance du soleil, ces marées solaires seront beaucoup plus petites, que celles qui résultent de l'action de la lune. Selon *Lalande*, la force de la lune est 2 $\frac{7}{10}$ fois celle du soleil; *Laplace* trouve même qu'elle en est triple. Action du soleil.

A cause de l'inégalité qui existe entre les jours solaires et lunaires, l'action du soleil quelquefois changera les marées lunaires, et d'autres fois on confondra ses effets avec ceux de la lune. Dans les syzygies, ou conjonctions, l'action de la lune concourt avec celle du soleil, pour élever les eaux. Voilà pourquoi les plus grandes marées arrivent aux pleines et nouvelles lunes. Dans les quadratures, les eaux de la mer sont abaissées par l'action du soleil, au même point où l'action de la lune les élève, et réciproquement. Ainsi, les marées des quadratures doivent être les moins sensibles. Cependant la plus haute marée n'arrive pas et ne doit pas arriver précisément le jour de la nouvelle ou de la pleine lune, mais deux ou trois jours après. Cela vient de ce que le mouvement, une fois acquis, n'est pas détruit tout d'un coup; il continue d'augmenter l'élévation des eaux, quoique l'action instantanée du soleil soit réellement diminuée.

Ce que nous avons dit, regarde la position du soleil et de la lune dans l'équateur; considérons maintenant ces astres dans leurs déclinaisons variées, et nous verrons varier l'élévation en raison inverse du cube des distances

des eaux. Sans entrer dans ces détails, qui exigent des démonstrations mathématiques, remarquons seulement que c'est de la proximité de ces astres que semblent dépendre les grandes marées équinoxiales qui viennent le plus souvent, l'une *avant* l'équinoxe du printemps, et l'autre *après* celui d'automne, c'est-à-dire, l'un et l'autre dans le temps où le soleil parcourant les signes méridionaux, est plus près de nous. Cependant cela n'arrive pas tous les ans, parce qu'il y a quelquefois des variations produites par la situation de l'orbite de la lune, et par la distance des syzygies aux équinoxes.

Grandes marées équinoxiales.

Les grandes inégalités du fond de la mer, la position des côtes, leur pente sous l'eau, tantôt rapide, tantôt douce, la différente largeur des canaux et des détroits, enfin, les vents et les courans, toutes ces circonstances locales, et quelquefois accidentelles, altèrent la marche des marées, la font dévier de cette régularité qu'elle aurait dans une mer libre, augmentent l'intensité du flux sur les côtes des canaux resserrés, et en faisant varier le degré des frottemens des eaux, raccourcissent ou prolongent la durée relative de la haute et basse mer. Ainsi, on voit dans les îles de la mer du Sud, des marées régulières et peu considérables, d'un ou deux pieds d'élévation (1); tandis que sur les côtes occidentales de l'Europe, et sur celles orientales de l'Asie, les marées sont extrêmement fortes et sujettes à beaucoup de variations. On nous assure que l'île de Formose, près la Chine, a éprouvé, en 1632, une marée qui passa au-dessus de la chaîne des montagnes qui traverse l'île; mais c'est un peu difficile à croire. Sur les côtes de la France, qui bordent la Manche, le flux, resserré dans un bassin, et en même temps répercuté par les côtes d'Angleterre, s'élève à une hauteur énorme; à Saint-Malo, jusqu'à 50 pieds.

Variations des marées.

Dans le golfe de Hambourg, la marée est quelquefois le résultat de trois forces combinées, savoir : d'un flux ar-

(1) *Forster*, Observations pendant un voyage autour du monde.

rivé par le détroit de Calais ; d'un autre flux venant par les îles Orcades et réfléchi, vers la mer d'Allemagne ; par le courant polaire ou par des vents très-forts du nord-ouest ; enfin (à ce que je crois), de la répulsion des flux de l'Elbe et des autres fleuves. Le flux ordinaire est, à Hambourg, de 6 pieds 8 pouces ; le flux des syzygies est de 7 pieds 3 pouces. Mais le vent soufflant avec violence de nord-ouest, le flux s'élève jusqu'à 18 pieds, quelquefois même à 20 pieds et au-delà. Hambourg est à 30 lieues de l'embouchure de l'Elbe ; et le flux fait ces trente lieues en 5 heures 23 minutes ; étant arrivé à l'embouchure du fleuve, il emploie $\frac{3}{4}$ à $\frac{5}{4}$ d'heures à forcer le courant fluviatile de rétrograder. Le même courant fait qu'à Hambourg le flux ne dure que 4 heures 18 minutes, et le reflux 8 heures 6 minutes. Cet exemple peut servir à expliquer tous les phénomènes de la marée, serrée dans un canal étroit, et repoussée par un courant contraire à sa direction.

Dans la zone torride, les marées se propagent d'orient en occident, avec le mouvement des astres. Dans la zone tempérée boréale, elles arrivent du sud ; et dans celle australe, du nord, c'est-à-dire, dans l'une et l'autre de la zone torride, qui est la partie du globe où la puissance des astres agit le plus directement sur les mers. Il y a des exceptions purement locales. La zone glaciale du nord ne se ressent que fort peu des marées ; son éloignement, les terres qui l'entourent, les glaces dont ces mers sont encombrées, tout concourt à détruire ici l'effet de l'attraction sydérale. Nous ne savons rien de la zone glaciale du sud.

Si l'on objecte contre cette théorie de l'attraction lunaire, l'absence de toute marée dans quelques golfes, dans quelques méditerranées, nous répondrons qu'au contraire ces phénomènes sont de nouvelles preuves en faveur de l'hypothèse contre laquelle on les invoque. Dans les petites masses d'eau, la lune agit en même temps sur toutes les parties ; elle diminue la pesanteur de toute

Mers sans marée.

la masse. Maintenant, il n'y a peu ou point d'eau environnante qui pourrait venir s'accumuler avec la masse attirée en promontoire liquide ; car cette intumescence doit moins sa naissance à un mouvement vertical des eaux attirées, qu'à l'affluence latérale des eaux voisines, en vertu de la plus grande pesanteur de celles-ci. Voilà pourquoi la Méditerranée n'a que de très-petites marées, qui semblent se former principalement dans le bassin étendu à l'est de l'île de Malte, et qui se propagent au nord, dans le golfe de Venise.

Marées dans les golfes.

L'Océan communique l'effet de ses marées aux golfes et aux méditerranées qui ont leurs canaux d'entrée tournés vers les points cardinaux d'où la marée arrivée. La Baltique et la Méditerranée ne sont point dans ce cas. Les baies de Baffins et d'Hudson le sont ; aussi la marée y est-elle sensible. Le golfe d'Arabie en est encore un exemple frappant.

Courans maritimes.

Passons à la considération des *mouvemens propres* de l'Océan, ou des *courans* généraux et particuliers.

On remarque, surtout entre les tropiques, et jusqu'à 30 degrés de latitude nord et sud, un mouvement continuel dans les eaux de l'Océan, qui les porte d'orient en occident, dans une direction semblable à celle des *vents alizés*, mais contraire à celle de la rotation du globe (1). Les navigateurs, pour aller d'Europe en Amérique, sont obligés de descendre à la latitude des Canaries, pour prendre le courant qui les porte avec rapidité à l'occident. Ils observent la même règle pour aller d'Amérique en Asie, par l'océan Pacifique. On pourrait croire qu'ils font ainsi, seulement, à cause des vents alizés ; mais ils assurent qu'on distingue très-bien l'action du courant atmosphéri-

(1) *Kircher*, Mund. subterran, tom. I, lib. 3, sect. 1. *Riccioli*, Géographia reformata, X, 3, §§. *Fournier*, Hydrographie, lib. IX, c. 22. *Varenius*, Géogr. générale, ch. XIV, prop. 7 *sqq.* *Pownal*, Hydraulic and nautical observations, in the atlantic Océan, Londres, 1787. *Franklin*, Maritime observations, dans les *Transactions* of the *American society of Philadelphia*, vol. II, p. 315 *sqq.* *Fleurieu*, dans le Voyage de Marchand. *Dampier*, *Forster*, etc.

cal, de celle du courant océanique. On la reconnaît, parce que le vaisseau fait plus de chemin qu'il ne pourrait faire à l'aide du vent seul. Les corps flottans à la surface des eaux, l'indiquent également. On en éprouve des effets extrêmement violens dans plusieurs détroits.

Un second mouvement porte les mers des pôles vers l'équateur. Il a aussi son mouvement correspondant dans l'atmosphère. La preuve la plus décisive de la réalité de ce mouvement est celle qu'on tire de la direction des glaçons flottans, qui se portent constamment des pôles vers l'équateur.

L'origine de ces deux mouvemens paraît dépendre du soleil et de la rotation du globe.

Courans polaires.

Le mouvement qui porte les mers des pôles vers l'équateur (et que je désignerai par les noms de *courans polaires, boréal* et *austral*), s'explique de la manière que voici. Tous les jours les rayons solaires décomposent une énorme quantité de glace; ainsi les mers polaires ont toujours une surabondance d'eau dont elles tendent à se décharger; comme l'eau, sous l'équateur, a une moindre pesanteur spécifique, et que d'ailleurs l'évaporation, très-forte sous la zone torride, en absorbe une bonne partie, il est nécessaire que les eaux voisines accourent pour rétablir l'équilibre; ce mouvement se propage d'une région aquatique à l'autre, et ainsi, à chaque instant, les eaux circompolaires sont sollicitées de se porter vers l'équateur.

Courant équatoréal.

Le mouvement d'est à l'ouest (que l'on pourrait appeler *courant tropique* ou *équatoréal*), paraît tenir à des combinaisons plus compliquées. Les vents alizés, loin de pouvoir être l'unique cause du mouvement général de la mer, en pourraient plutôt être l'effet, du moins en partie. Le soleil et la lune, en avançant chaque jour à l'occident, relativement à un point fixe pris sur la terre, doivent, selon *Buffon*, entraîner la masse des eaux vers l'occident. Cette circonstance retarde les marées journalières, de sorte que l'on peut regarder le flux comme une intumescence des mers qui fait le tour du globe en 24 heures 49 minutes,

ou en reculant chaque jour vers l'ouest. D'où l'on conclut qu'il doit naître une tendance habituelle des eaux vers l'occident. Cette explication ne satisfait point aux phénomènes. Voici celle qui nous a paru la plus plausible. L'action du soleil et la rotation terrestre diminuent continuellement la pesanteur des eaux équatoréales, et l'évaporation en fait disparaître une quantité infiniment plus grande que ne peuvent lui rendre les fleuves. Les eaux des mers plus éloignées de l'équateur sont donc sollicitées de remplir ce vide, et de-là proviennent les deux courans polaires. Maintenant ces eaux, qui viennent des zones plus froides (surtout dans le grand Océan, où le passage d'un climat à l'autre est plus rapide), ces eaux, dis-je, ont une pesanteur considérablement plus grande que celles qu'elles viennent remplacer. D'un autre côté, et c'est là l'essentiel, elles sont animées d'un mouvement de rotation infiniment plus lent, que ne l'est la partie d'eau qui se trouve habituellement dans la zone torride. Or, ces eaux, par leur force d'inertie, ne se dépouillent jamais tout d'un coup du degré de mouvement qu'elles ont une fois acquis. Donc elles ne pourront pas suivre la rotation du globe; lourdes et immobiles, elles sont tout-à-coup tombées dans la sphère de la plus rapide mobilité; elles conservent, pour quelques instans, leur caractère primitif. Mais la partie solide du globe est toujours mue vers l'orient avec la même rapidité dont elle fuit réellement ces eaux, qui, en restant toujours un peu en arrière, semblent se mouvoir vers l'occident, et ainsi s'éloigner des rives occidentales des continens; tandis que, sur les rives orientales, la terre s'avance vers les eaux; et celles-ci, ne se conformant pas avec assez de rapidité au mouvement de rotation, semblent s'avancer vers la terre.

Cause du courant équatoréal.

Ainsi, ce grand et merveilleux mouvement n'est qu'une vaste et paisible oscillation, qui ne dépend que de l'équilibre seulement de l'Océan. Mais, lorsqu'une oscillation si puissante trouve dans son chemin des passages étroits, des obstacles qui la gênent, la détournent sans l'arrêter,

elle se change en courant violent et souvent dangereux.

Cherchons maintenant à exposer, dans un système raisonné, les diverses modifications du mouvement propre de l'Océan, du globe terrestre.

L'Océan Pacifique s'éloigne, par le mouvement général, des côtes de l'Amérique, en se portant à l'est. Ce mouvement est très-fort dans la libre et vaste étendue de cette mer. Près le cap Corrientès, au Pérou, on semble souvent voir la mer fuir la terre par cette seule cause. Les vaisseaux sont portés avec rapidité du port d'Acapulco, au Mexique, aux îles Philippines (1). Pour en revenir, on est obligé d'aller au nord des tropiques chercher le courant polaire et les vents variables. D'un autre côté, le courant polaire du sud ne trouvant aucune terre qui l'arrête, entraîne en toute liberté les glaces polaires jusqu'à des latitudes où le mouvement du courant tropique se fait déjà un peu sentir. Voilà pourquoi, dans l'hémisphère austral, on rencontre des glaces flottantes à 50 et même 40 degrés.

Courant du grand Océan oriental.

L'Océan Pacifique, dans son mouvement vers l'est, est arrêté par un immense archipel de bas-fonds, d'îles, de montagnes sous-marines, et même de terres assez considérables; il pénètre dans ce labyrinthe, et y forme un courant après l'autre. La direction qu'observent les principaux d'entre ces courans, est conforme au mouvement général vers l'est. Il est naturel que les inégalités du bassin de la mer, les côtes, les chaînes sous-marines, détournent quelquefois ces courans vers le nord ou au sud. On conçoit encore aisément qu'une forte répercussion des eaux de l'Océan, repoussées par une grande terre (comme la Nouvelle-Galles du sud), peut même produire un contre-courant qui retournera vers l'ouest, et qui, en se brisant, produirait encore d'autres courans diversement dirigés. Voilà l'origine de ces courans si contraires et si dangereux dont il est parlé dans les *Voyages* de Cook et de La Pérouse.

(1) Voyez ci-après les descriptions de l'*Amérique méridionale*, de la *Nouvelle-Hollande*, de la *Nouvelle-Guinée*, des *îles Philippines*, etc.

Le courant principal, dirigé vers l'est, agit encore avec force dans le détroit nouvellement découvert qui sépare la Nouvelle-Hollande de la terre de Diemen. C'est le courant qui y porta le capitaine Flinders, et qui empêcha tant d'anciens navigateurs d'y entrer, parce qu'ils s'y approchèrent dans une direction contraire à celle de la mer (1). Le même courant agit dans le canal qui sépare la Nouvelle-Hollande de la Nouvelle-Guinée; mais, ici, il est subdivisé par les innombrables inégalités, en plusieurs courans, d'une direction variée et inconstante.

Courant du détroit de Bass.

Entrons maintenant dans la mer des Indes. Nous y trouverons ce fameux courant perpétuel, qui va le long de la Nouvelle-Hollande et de l'île de Sumatra, toujours au nord, jusqu'au fond du golfe de Bengale. Ce courant est un résultat nécessaire de la pression des courans polaires sur la large ouverture qu'a la mer des Indes au sud. Cette mer est bordée, vers le nord, par un continent : le courant équatoréal qui s'y forme, n'est donc que faible, ou peut-être nul, à cause de l'absence d'une masse d'eau froide au nord. D'un autre côté, l'Océan Pacifique n'y peut point porter ses forces; elles se sont brisées et dispersées parmi le grand labyrinthe d'îles. Ainsi, la force des effluves polaires du sud domine sans rival et sans obstacle dans la mer des Indes, et y produit ce courant perpétuel qui se dirige vers le golfe de Bengale, sur une ligne de plus en plus inclinée au nord-ouest, ou suivant la conformation des côtes (2).

Courant du golfe du Bengale.

L'action du mouvement général de l'Océan, d'abord faible dans la mer des Indes, comme nous l'avons dit, augmente peu à peu, jusqu'à ce qu'elle prenne le dessus. Il est aisé de concevoir qu'une semblable force d'impulsion, qui agit dans un vaste fluide, et qui en anime tous les molécules, doit s'accroître à mesure que ce fluide

(1) *Flinders*, Observations pendant son voyage au détroit de Bass. Londres, 1801. Comp. Voyage d'*Entrecasteaux*, I, 230.

(2) *Varenius*, Géog. générale, ch. XIV, prop. 24. Voyages de *Gentil*, de *Macartney*, de *Marchand*, etc.

s'étend dans la direction de la force motrice. Alors une partie de la mer réagit sur l'autre, et la somme de ces effets répétés devient immense à la longue. Les principes expliquent pourquoi, vers l'île de Java, le mouvement naturel de la mer est remplacé par le courant-nord (1) dont nous avons parlé, et pourquoi ce même mouvement, vers l'occident, se trouve dans les parages de Ceylan et des Maldives. Mais bientôt une nouvelle circonstance locale fait décliner ce mouvement de sa direction naturelle. Une chaîne d'îles et de bas-fonds s'étend du cap Comorin, dans la presqu'île des Indes, jusqu'à la pointe septentrionale de Madagascar. Le courant principal, arrêté par ces obstacles, se tourne vers le sud-est; et, en conservant cette direction, il glisse le long de cette chaîne de montagnes, les unes sous-marines, les autres à découvert. Ayant passé Madagascar, il tourne vers l'Afrique, vient se heurter contre ce continent, et rase, avec une grande violence, les côtes de la *Terre Natal;* au moment où la côte de l'Afrique, se tournant vers l'ouest, cesse d'opposer un obstacle à la marche des eaux, le courant perd toute son impétuosité, et va se réunir au mouvement général de l'Océan Éthiopique (2).

Divers courans de la mer des Indes.

Nous avons dit que vers les Maldives, le courant principal ou la grande masse d'eau se tourne au sud-ouest; mais des courans plus superficiels, et par conséquent plus variables, continuent d'aller d'est vers l'occident, c'est-à-dire, vers le golfe d'Arabie et les côtes de Zanguebar. Ce sont ces courans qui, tournés vers le sud-ouest, rendent le canal de Mozambique d'une navigation si difficile, et qui ont donné au cap *Corrientes*, sur la côte d'Inhambane, le nom qu'il porte. Ils se réunissent au bas de ce cap avec le courant perpétuel.

Courant de la côte Natal.

Remarquons ici qu'en général les courans qui ne s'é-

(1) On dit *un courant-nord*, ou *un courant-sud*, pour désigner un courant qui a telle direction.

(2) *Varenius*, Géographie générale, ch. XIV, prop. 25.

tendent pas à une grande profondeur sous le niveau des eaux, sont variables ou sujets à changer avec les vents, surtout lorsque ceux-ci agissent long-temps avec une force égale et constante, comme le font les *moussons*. Ce sont ces vents qui donnent tour-à-tour des directions entièrement opposées aux courans qui règnent depuis les Maldives jusqu'à l'Arabie et au Zanguebar. Les bas-fonds et les rochers, dont ces parages sont parsemés, y contribuent également.

Courans sur la côte orientale de l'Asie.

Le courant nord qui règne le long de la Nouvelle-Hollande et de l'île de Sumatra, pousse une branche à travers le détroit de la Sonde. Ce courant, selon quelques auteurs, serait le même qui domine dans les mers de Chine, et que La Pérouse a trouvé d'une si grande force dans la mer du Japon et dans la manche de Tartarie (1). Mais en comparant ensemble les rapports des divers navigateurs, il nous paraît décidé que ces courans, non seulement varient avec les moussons, mais même qu'il n'y a pas de liaison continue entre eux. Mais tous les courans sud et nord qu'on observe le long des côtes orientales des continens, ne sont que des suites nécessaires du mouvement général de l'Océan vers l'occident; les eaux poussées par ce mouvement, vers les côtes orientales des deux continens, et n'y trouvant aucune issue, doivent forcément refluer le long des côtes, dans la direction sud ou nord, selon que les localités les déterminent.

On ressent, dans le détroit de Behring, le courant polaire qui amène les glaces des mers polaires aux environs de Kamtchatka.

Courans de l'Océan occidental.

Passons aux courans de l'Océan occidental. Ce qui détermine, en grande partie, ces courans, c'est la forme du bassin qui est infiniment plus long que large.

Le premier courant qui s'offre à nos regards, est celui qui porte les eaux de l'Océan Éthiopien, le long des côtes du Brésil, dans le détroit de Magellan et dans la mer Pa-

(1) Voyage de *La Pérouse*. Voyez ci-après les articles du *Japon*, de la *Corée*, de la *Terre Yeso*, etc.

cifique. Ce mouvement est conforme à la marche générale de l'Océan. Il paraît, par les voyages de *Marchand* et d'*Ingraham*, qu'il y a, entre la Terre de Feu, la Nouvelle-Géorgie du sud et la Terre Sandwich (ou la *Thule australe* de Cook), plusieurs courans opposés; mais on n'en a pas de connaissance complète.

Le plus célèbre courant perpétuel de l'Océan Atlantique est celui qui, à commencer en-deçà du cap Saint-Augustin, en Brésil, se porte vers les côtes orientales de l'Amérique. Il est extrêmement rapide, et se fait sentir dans tous les passages entre les Antilles. Ce courant n'est que le résultat du mouvement général de la mer Atlantique vers l'ouest; il règne entre le 30e degré de latitude nord, et le 10e degré de latitude sud, à commencer à 20 ou 30 lieues des côtes de l'Afrique. C'est pour profiter de ce courant et des vents alizés que les vaisseaux européens descendent jusqu'aux îles Canaries, avant d'entreprendre de traverser l'Océan. Courant du cap Saint-Augustin.

Sur les côtes de l'Afrique, dans les limites indiquées ci-dessus, il règne un courant absolument contraire au précédent; il n'est pas moins rapide ni moins invariable. Les vaisseaux, s'ils approchent trop de ces côtes, se trouvent entraînés dans le golfe de Guinée, et n'en sortent qu'avec difficulté. On ne saurait assigner au juste la cause de ce courant singulier. Quelques auteurs disent qu'il y a deux courans dans l'Océan Atlantique, un à la superficie, l'autre dans le fond; que c'est ce dernier qui ramène les eaux vers l'Afrique. Mais une semblable explication serait contraire à la nature bien reconnue du mouvement général de la mer, qui n'est pas superficiel, mais qui agit dans toute la masse. Il est plus probable que ce courant vient du détroit de Gibraltar; mais nous n'osons rien affirmer là-dessus. Courant du golfe de Guinée.

Un troisième courant très-fameux, est celui par lequel les eaux de la mer Atlantique, portées violemment dans le golfe du Mexique, dégorgent par le *canal de Bahama*, et courent avec une rapidité incroyable au nord ou plutôt Courant du golfe du Mexique.

au nord-est. Il suit les côtes des États-Unis, devient toujours plus large, et en même temps plus faible ; et s'étend, selon quelques navigateurs, jusque sur les côtes de l'Écosse et de la Norvège. Il est facile à reconnaître par la belle couleur bleue de ses eaux.

Les courans polaires du nord offrent des effets très-remarquables : ce sont eux qui apportent sur les côtes de l'Islande une si énorme quantité de glace, que tous les golfes septentrionaux de ce pays s'en remplissent jusqu'au fond, quoiqu'ils aient souvent 500 pieds de profondeur ; la glace s'élève même sous la forme de montagnes. D'autres années, il n'arrive point de glace, mais d'immenses amas de bois flottans, surtout des pins et des sapins. C'est dans l'enfoncement demi-circulaire de la côte septentrionale de l'Islande, que ces bois et ces glaces s'amoncèlent. Il est évident que c'est une seule et même cause qui les y amène ; et comme il ne peut guères y avoir, sous le pôle même, un pays qui produise de grands arbres, il ne reste que la Sibérie ou l'Amérique septentrionale, d'où ces bois pourraient venir.

Courans de la mer Glaciale.

Bois flottans.

Le phénomène de ces forêts flottantes, qui ne se trouvent que dans les mers circompolaires du nord, a beaucoup occupé les géographes, et il n'est pas encore parfaitement expliqué. On croit que ces bois viennent en partie du golfe de Mexique, par le courant de Bahama, parce qu'on a vu quelquefois des espèces qui ne croissent qu'au Mexique et au Brésil. Mais ces espèces y sont en petite quantité. La Sibérie et la côte septentrionale inconnue de l'Amérique y contribuent probablement davantage (1).

Il est très-probable qu'il puisse y avoir dans le même endroit deux courans l'un au-dessus ou à la superficie des eaux, l'autre au fond. Plusieurs faits semblent prouver cette hypothèse, proposée par le célèbre *Halley*. Dans les parages des Antilles il y a des endroits où un bâtiment

Doubles courans.

(1) Voyez pour une discussion plus ample, notre article *Islande*; vol. IV de cet ouvrage.

peut s'amarrer au milieu d'un courant, en laissant tomber à une certaine profondeur connue, un câble auquel est attachée une sonde de plomb. Il doit, sans doute, à cette profondeur, y avoir un courant contraire à celui qui règne à la superficie des eaux; le repos naît de l'égalité de ces deux forces, qui entraînent, l'une le bâtiment, l'autre le câble avec la sonde (1). Des circonstances semblables ont été observées dans le Sund. Il y a lieu de croire que la Méditerranée se décharge par un courant inférieur ou caché. Une différente densité des couches d'eau, une grande rapidité de mouvement, et la cohérence des molécules fluides, voilà les raisons plausibles qu'on donne à cette espèce de doubles courans.

Il est plus aisé de prouver et d'expliquer l'existence des courans opposés, l'un à côté de l'autre. Dans le Kattegat, un courant-nord sort de la Baltique, le long des côtes de la Suède, un autre courant-sud y entre le long des côtes du Jutland. Dans la mer du Nord, il y a un courant-nord qui vient du Pas-de-Calais, et un courant-sud qui va depuis les îles Orcades, le long des côtes britanniques. Les grands fleuves, en se déchargeant, occasionnent à leur embouchure des courans souvent contraires à ceux de la mer; il serait superflu d'en citer des exemples. Courans opposés.

Lorsque deux courans d'une direction plus ou moins contraire, et d'une force égale, se rencontrent dans un passage étroit, ils tournent tous les deux sur une courbe, qui quelquefois est une spirale, jusqu'à ce qu'ils se réunissent, ou qu'un des deux s'échappe. C'est ce qu'on appelle un *tournant*. Les plus célèbres sont : l'*Euripe*, près l'île d'Eubée, le *Charybde*, dans le détroit de Sicile, et le *Malstrœm*, en Norvège septentrionale. Ces tournans augmentent quelquefois de force par le concours de deux hautes marées contraires, ou par l'action des vents. Ils entraînent les vaisseaux, les brisent contre des rochers, ou les submergent, et en laissent reparaître les débris Tournans d'eau.

(1) Observations de Dr. Stubb. dans les Transactions Philosophiques, n° 27.

quelque temps après. On a brodé sur ce fond assez simple, des fables merveilleuses; on a parlé de gouffres au fond de la mer, de fleuves souterrains, et d'autres choses semblables, dont l'existence n'est rien moins que prouvée.

Profondeur et vitesse des courans.

La profondeur des courans est un problème de physique assez difficile à résoudre. Cependant, les courans perpétuels, par leur régularité, et par leur action extrêmement forte, même dans le plus grand calme, indiquent assez qu'ils ont une profondeur considérable. Leur vitesse n'est pas non plus connue; elle est indépendante de celle des vents et des ondulations; mais comment la distinguer de ces deux forces qui, agissant à la surface, sont plus sensibles aux navigateurs? Il y a bien d'autres questions insolubles qu'on pourrait proposer au sujet de cet immense Océan, berceau de l'Univers, et qui peut-être en deviendra le tombeau.

LIVRE TRENTE-SEPTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Du Fluide ambiant du Globe ou de l'Atmosphère. Des Météores.

Il faut quitter la terre et voir au-dessous de nos pieds ces montagnes et ces mers dont notre avide curiosité a contemplé les merveilles. Un vaste assemblage de divers fluides enveloppe notre globe et en forme, en quelque sorte, une partie intégrante ; cet Océan céleste, qu'on appelle atmosphère, c'est-à-dire sphère des vapeurs, va devenir le théâtre de nos recherches.

L'atmosphère est l'immense laboratoire de la nature, où cette chimiste éternelle rassemble les divers gaz enlevés au globe, les distille, les sature, les décompose et les volatilise, ou les condense et les précipite, selon des lois et des procédés que les chimistes mortels s'efforcent souvent en vain de deviner. Tous les êtres terrestres portent leur tribut à l'atmosphère ; tous en reçoivent des principes nécessaires à la vie, à la végétation, probablement même à l'existence inorganique. Il n'y a peut-être aucun corps qui ne puisse être réduit à l'état aériforme par la chaleur, et qui ne puisse être amené à l'état solide par le froid. Ainsi, notre planète étant transportée dans la température dont jouit Mercure, une partie de nos mers et de nos terres se vaporiserait et se mêlerait à l'atmosphère, tandis que si notre globe s'égarait un jour dans les régions froides de Saturne ou d'Uranus, une grande partie de notre atmosphère se condenserait et passerait à l'état de liquidité. On peut donc définir ainsi notre atmosphère : « L'assemblage de toutes les substances capables de conserver l'état aériforme au degré de température qui règne autour du globe terrestre. »

Les fluides atmosphériques peuvent être divisés en trois classes : la première comprend l'*air*, le fluide atmosphérique proprement dit ; la seconde renferme les *vapeurs* aqueuses et autres suspendues dans l'atmosphère ; la troisième enfin se compose des divers *fluides aériformes*, ou supposés tels, qui se montrent dans l'atmosphère, soit visiblement, soit par leurs effets. Nous tâcherons de ne considérer chacun de ces objets que sous les rapports qui intéressent directement la géographie-physique, en renvoyant les lecteurs, jaloux d'une instruction plus détaillée, à plusieurs excellens traités de physique qui nous ont servi de guide.

Diverses espèces de fluides atmosphériques.

L'*air*, qui forme la plus grande partie de l'atmosphère, n'est pas un élément simple (1). La chimie moderne a prouvé, en analysant et recomposant l'air commun, qu'il y entre ordinairement deux substances dans des proportions bien différentes, savoir : 0,27 de *gaz oxigène*, qu'on nommait dans l'ancienne physique *air pur*, et 0,73 de *gaz azote*, autrement nommé *air impur*. Quelquefois il s'y trouve seulement 71 centièmes de gaz azote, et 2 de gaz *acide carbonique* ou d'*air fixe*. Mais l'acide carbonique étant très-soluble dans l'eau, est promptement saisi et entraîné par les pluies ; ainsi, son séjour dans l'atmosphère ne peut être que momentané ; d'ailleurs sa pesanteur le borne aux régions inférieures. Au contraire, l'*air inflammable*, aujourd'hui nommé *gaz hydrogène*, par sa grande légèreté, gagne les régions supérieures de l'atmosphère. Ce gaz paraît même s'élever plus haut que les régions auxquelles sont parvenus les *ballons aérostatiques*, machines qui lui doivent leur force ascendante. Du moins M. Gay-Lussac, à 3,400 toises, a pris un flacon d'air qui n'était pas plus chargé d'hydrogène que l'air dans lequel nous vivons (2).

De l'air.

Le *gaz oxigène* est seul propre à la respiration animale.

(1) *Haüy*, Traité de physique, §§ 301-391.
(2) *Libes*, Dictionnaire de physique, au mot *Air*.

Mais s'il était en trop grande quantité, il exciterait trop les esprits vitaux, il userait trop nos forces, et nous ferait, pour ainsi dire, vivre trop vîte. De l'autre côté, le *gaz azote* n'est pas propre à entretenir la vie animale; c'est ce que son nom grec indique. C'est donc le mélange de ces deux gaz qui donne à l'atmosphère une constitution favorable à l'existence des animaux.

Les plantes et les insectes absorbent et respirent le gaz azote; les premières, surtout, exhalent du gaz oxigène, mais seulement lorsqu'elles sont exposées aux rayons du soleil. Voilà pourquoi nous respirons un air si salubre dans une belle campagne légèrement ombragée de bois; tandis que dans l'intérieur des grandes forêts, l'on trouve souvent l'air épais et malsain (1). Mais nulle part l'on ne jouit d'un air plus propre à entretenir les forces vitales dans un juste équilibre, que sur la mer, où le mouvement continuel conserve, dans de justes rapports, l'oxigène et l'azote. Salubrité de l'air.

L'air est un fluide extrêmement délié et subtil, de sorte qu'il ne se rend sensible au toucher qu'à l'aide d'un mouvement, comme, par exemple, dans le vent. Il est également insipide et inodore, dans son état de pureté. L'air est selon les rigides Newtoniens, *transparent* ou plutôt *invisible;* et la couleur bleue de l'atmosphère viendrait de la plus grande réfrangibilité de rayons de lumière bleue (2). D'autres savans croient que la couleur bleue est inhérente à l'air, c'est-à-dire, que les molécules de l'air ont la qualité de produire la couleur bleue en se combinant avec la lumière (3). Couleur de l'air.

La pesanteur de l'air est encore un fait dont l'explication prête à des discussions, et que nous nous bornerons à exposer. Galilée a démontré la pesanteur de l'air, par la différence de poids entre deux vases remplis, l'un d'air Pesanteur de l'air.

(1) *Ingenhous*, Expériences sur les plantes. (2) *Newton*, Optice lucis. Traités de *Haüy*, de *Libes*, etc. (3) *Gœthe*, Essai sur la théorie des couleurs. Comp. *Bergmann*, Géographie-Physique, II, 24. *Fourcroy*, Système des connaissances chimiques, I, p. 118.

comprimé, et l'autre d'air à l'état naturel. La pompe pneumatique, l'eau qui remonte dans un tuyau, et le mercure qui s'élève dans le baromètre, sont autant de preuves de cette vérité. La pression qu'exerce une colonne d'air prise depuis l'extrémité de l'atmosphère jusqu'au niveau des mers, est égale au poids d'une colonne de mercure d'épaisseur égale, et de 28 pouces (76 centimètres) de hauteur. Prenez un tube de verre d'environ un mètre ou 3 pieds 11 lignes de long, de 4 à 5 millimètres (environ 2 lignes) de diamètre, scellé par un bout et ouvert par l'autre; remplissez-le de mercure, ayant appliqué le doigt sur l'orifice; renversez le tube, et placez le bout ouvert dans une cuvette renfermant du mercure; retirez le doigt, et vous verrez à l'instant le mercure descendre dans le tube, à la hauteur d'environ 28 pouces. De même l'eau, dans les pompes aspirantes, s'élève à une hauteur de 32 pieds (10,4 mètres); or, cette hauteur est à celle de 28 pouces dans le rapport inverse des densités de l'eau et du mercure. Une même cause agit donc ici. Ce ne peut être que la pesanteur de l'air extérieur qui agit sur le mercure dans la cuvette.

Du baromètre et de son usage géographique.

On connaît le *baromètre*, instrument fondé sur l'expérience que nous venons de décrire. Cet instrument qui indique la pression qu'exerce l'air atmosphérique, sert à mesurer les différens niveaux des lieux terrestres. L'abaissement ou l'élévation du mercure dans le baromètre, est en rapport avec la densité de l'air qui varie selon le poids dont il est chargé. On a démontré que quand les densités sont en progression géométrique, les hauteurs de niveau sont en progression arithmétique; donc on peut connaître l'une par l'autre. Les méthodes de calcul inventées par Deluc, Laplace et Ramond, ainsi que les règles pour corriger les erreurs causées par la température, ne peuvent être exposées que dans des traités spécialement consacrés à la haute physique (1). Mais la géographie-physique doit

(1) *Laplace*, Mécanique céleste, IV, 293. *Ramond*, Mémoires de l'Institut, classe des sciences, VI, 435 *cqq.* *Haüy*, Physique, §§ 414-430.

rendre grâce aux sciences exactes du perfectionnement d'un instrument, dont l'usage multiplié peut seul nous conduire promptement à des notions étendues sur la configuration de nos montagnes, plaines et vallées.

La pression que l'air exerce sur un corps humain de 15 pieds carrés de surface, est de 32,505 liv.; et la variation d'une seule ligne, dans la hauteur du mercure, fait un changement de 138 livres dans la pression de l'air. Sur des montagnes très-hautes, la diminution de la pesanteur, jointe à d'autres circonstances, fait éprouver aux hommes des vertiges, des nausées, des hémorragies et un mal-être universel (1); il est probable qu'à une hauteur très-grande, la raréfication extrême de l'air, l'absence du gaz azote et l'abondance du gaz hydrogène, entraîneraient une mort immédiate. Effets de la diminution de la pesanteur.

Le rapport entre le poids de l'air et de l'eau distillée, à la température de 0 du thermomètre de Réaumur, par une pression moyenne de 28 pouces de mercure, est, selon des expériences très-soignées de M. *Biot* (2), celui de 1 à 770,30. L'air exerce une pression égale en tous sens; sans cela, il briserait les corps fragiles. Cette qualité l'oblige à l'instant même, où, par une cause quelconque, l'équilibre entre ses parties est rompu, de tendre à le rétablir: c'est le principe de tous ses mouvemens. Il faut encore observer que le poids de l'air atmosphérique, à l'état ordinaire, provient peut-être, en grande partie, des corps étrangers qui y flottent. *Lambert*, d'après la différence qui se trouve entre la propagation réelle du son et celle que donne la théorie, a estimé que si l'on considérait un pied cubique d'air, comme composé de 684 parties, il y aurait 222 de matière étrangère, c'est-à-dire, à peu près un tiers (3). Rapport entre le poids de l'air et de l'eau.

L'élasticité de l'air est la qualité qu'il a, étant compressible, de résister à la force qui le comprime et de se rétablir sous son ancien volume ou même sous un volume plus Elasticité de l'air.

(1) *Saussure*, Voyages, nos 559 et 2021. (2) *Haüy*, Physique, § 394.
(3) Mémoires de Berlin, 1768.

grand, dès que la force comprimante cesse d'agir. On ne connaît pas positivement les termes de la compressibilité et de la dilatabilité de l'air; on sait seulement qu'elles sont extrêmement grandes. *Boyle* prétendit avoir, sans le secours de la chaleur, dilaté l'air 13,766 fois (1). Personne n'ignore la manière dont on le comprime dans la canne à vent; en s'échappant, il lance un boulet avec une grande rapidité.

Dilatation de l'air.

Plus l'air jouit de son élasticité, plus il occupe d'espace ou se dilate. Newton a calculé qu'à 87 lieues de hauteur, l'air serait d'un milliard de milliards de fois plus raréfié qu'à la surface terrestre (2). Mais cette raréfaction doit avoir un terme. Le ressort de l'air sera d'autant plus affaibli, que la force avec laquelle chaque molécule tend à s'éloigner de celles qui sont au-dessous d'elle, sera devenue moindre que la force de la pesanteur qui les ramène vers la terre. La dilatabilité de l'air aura donc son terme au point où ces deux forces opposées seront égales.

Puisqu'on ne sait pas jusqu'où peut aller la raréfaction progressive de l'air, on ne peut pas non plus déterminer la hauteur précise de l'atmosphère. Diverses méthodes pour y parvenir sont toutes justes à un certain degré, mais insuffisantes pour amener une conclusion rigoureuse.

Hauteur de l'atmosphère.

Si, avec *Deluc* (3), on regarde l'air comme de l'éther condensé par la gravitation, il s'ensuivrait que, si la terre était le seul grand corps de l'univers, son atmosphère serait sans bornes. Mais, puisqu'il y a d'autres globes, l'air, à une certaine distance, doit commencer à graviter vers eux, cesser de se dilater, et de nouveau se condenser. Ceci ne nous apprend rien de positif. Les astronomes se sont servis des réfractions, lesquelles sont sensibles à 18 degrés au-dessous de l'horizon; mais elles varient avec la température. Néanmoins, en prenant un terme moyen, on en a

(1) *Wallis*, Hydrostat. prop., 13. (2) *Newton*, Optice, quæst. 28.
(3) Modif. de l'atmosphère, tom. II, p. 248.

conclu la hauteur de l'atmosphère, 38,000 toises, ou entre 15 à 20 lieues (1). Le baromètre serait un moyen sûr et facile pour résoudre la question, si l'air n'était pas compressible; mais l'étendue différente des couches du même poids et la présence des corps hétérogènes rendent le calcul long et incertain. *Deluc* a trouvé que la hauteur de l'atmosphère, prise jusqu'au point où le mercure dans le baromètre ne se soutiendrait qu'à une ligne, serait de 25,100 toises, ou environ 11 lieues; et celle où le mercure ne serait qu'à $\frac{1}{10}$ de ligne, serait de 35,505 toises, ou environ 15 lieues et demie.

Variations de la hauteur de l'atmosphère.

L'atmosphère terrestre se dilate ou se resserre, en raison de la chaleur ou du froid qui y règne. Sous l'équateur, la raréfaction causée par les rayons du soleil, concourt, avec la force centrifuge, à faire renfler l'atmosphère; de sorte qu'elle doit former autour de la terre un sphéroïde extrêmement aplati. *Laplace* croit que la différence entre les deux axes ne peut être à son *maximum* que celle de 2 à 3. Il est même naturel de supposer une sorte de flux et reflux dans l'atmosphère, correspondant aux marées de l'Océan. Mais d'Alembert et Boscovich ont démontré que les forces attractives du soleil et de la lune ne remuent que faiblement un fluide subtil comme l'atmosphère (2).

L'évaporation. Ses deux modes.

L'immense quantité de particules, dont les corps terrestres se déchargent par évaporation, s'élève dans l'air sous la forme de vapeurs. Cette transpiration du globe est extrêmement forte sous l'équateur, mais le froid des pôles même ne l'anéantit pas tout à fait. Il existe, selon quelques savans, une grande différence entre l'*évaporation tranquille*, par laquelle les seules parties de l'eau, transformées en un fluide élastique, s'élèvent dans l'air, et l'*évaporation tumultueuse*, dans laquelle les vapeurs élastiques, en se dégageant avec une extrême rapidité, entraî-

(1) *Lalande*, Astronomie, tome II, page 559.

(2) *Mann*, Mémoire sur le flux et reflux de l'atmosphère, dans les *Mémoires de l'académie de Bruxelles*, tome IV.

nent avec elles un grand nombre de molécules aqueuses dans leur état naturel (1). L'évaporation tranquille qui a lieu dans les régions tempérées et froides, ne change pas autant l'état naturel de l'atmosphère, que l'évaporation tumultueuse, phénomène continuel dans la zone torride. Les parties aqueuses, répandues en grand nombre dans l'atmosphère des régions chaudes, lui enlèvent une portion de son calorique, par conséquent de son élasticité, ce qui le rend moins sensible à toute sorte de commotions, et explique la grande immobilité du baromètre dans cette zone. Il paraît certain que ni les pluies périodiques, ni les ouragans même, ne font sortir le baromètre de la tranquille uniformité qu'il montre dans le voisinage de l'équateur; tandis que, plus on approche du pôle, plus ses oscillations deviennent considérables. Cette variation de pesanteur dans l'atmosphère, dans les zones tempérées, semble ne pouvoir être attribuée qu'à des variations d'élasticité, produites par l'évaporation.

Nature des évaporations

La diverse nature des substances terrestres produit encore des modifications de l'évaporation. Les gaz azote et carbonique, dégagés abondamment de plusieurs terres et roches, ne sauraient être indifférens dans le procès qui renouvelle sans cesse le fluide atmosphérique. Beaucoup de molécules terrestres, réduites à une grande ténuité, s'élèvent dans l'air, témoin les pluies salées, soufrées et autres. La quantité même de l'évaporation, dépend de l'espèce des substances composant la surface du globe.

La terre mêlée avec de l'eau, fournit plus de vapeurs que l'eau pure (2); ce qui est sans doute dû à une espèce de fermentation qui dégage une plus grande portion de calorique. Par une cause semblable, l'eau, au moment de sa congélation, s'évapore plus fortement. Les plantes envoient à l'air une immense quantité de vapeurs; l'éva-

(1) *Hube*, sur l'Évaporation, p. 49-52, 103 *sqq.*, 402 *sqq.* (en all.) *Lichtenberg*, Magasin de physique de Voigt, VIII, 178 *sqq.* (en all.).

(2) *Bazin*, Mém. de l'académie de Paris, 1741.

poration de l'*helianthus annuus*, par exemple, est 17 fois plus forte que celle d'un homme, à égalité de surfaces. Quelle ne doit pas être l'influence de ces épaisses forêts qui couvrent encore tant de vastes contrées!

La plupart des physiciens n'ayant point encore examiné avec attention les différentes modifications de l'évaporation, se bornent à dire qu'une partie de l'eau, élevée en vapeur, se mêle intimement à l'air atmosphérique qui la dissout; cette eau y est invisible; mais lorsque l'air est saturé d'eau, les particules aqueuses qui ne cessent de s'élever, ne se dissolvent plus, et y restent suspendues en vapeurs vésiculaires, dont la réunion forme les *nuages* et les *brouillards*, et donne, en général, naissance à tous les *météores aqueux*. Il arrive aussi qu'une partie de l'eau dissoute par l'air, en s'en dégageant de nouveau par une cause quelconque, prend la forme de vapeurs vésiculaires.

Météores aqueux.

Les météores aqueux se présentent de deux manières: suspendus dans l'air, comme les brouillards et les nuages; ou tombant à terre, comme la rosée, la pluie et la neige.

Nuages.

Le froid en condensant les vapeurs qui déjà se sont élevées en l'air, la chaleur en raréfiant l'air et sollicitant les vapeurs à se dégager de la terre et à s'élever; enfin, un changement quelconque dans la constitution physique de l'atmosphère (1), produit ces réunions des vapeurs visibles que nous nommons *brouillards* quand ils s'étendent sur la surface de la terre, et *nuages* lorsqu'ils planent dans l'espace. En s'élevant dans les airs ou sur les montagnes, le voyageur franchit quelquefois une zone de nuages, et voit ces amas de vapeurs s'étendre au-dessous de lui, comme une plaine couverte de neige floconneuse (2); mais, même sur le Chimboraço, on voit toujours à une hauteur immense, certains nuages blanchâtres, semblables à des flocons de laine. Ces nuages qui sont peut-être à une certaine de lieues du globe, doivent probablement leur élévation à l'électricité négative dont ils sont pourvus,

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, §§ 113-114. (2) *Reichardt*, Voyageur aérien, gazette de Berlin, juin 1810.

et qui les repousse de la terre, tandis que l'électricité positive y fait descendre les brouillards (1). Deluc a vu un nuage très-élevé descendre avec rapidité vers la terre, répandre une forte pluie d'orage, et remonter à son premier niveau avec la même promptitude, ce qui était évidemment un effet de l'électricité (2).

Brouillards humides et secs.

Les *brouillards* sont de deux espèces, *secs* et *humides*. Ceux-ci sont très-rares dans la zone torride ; ils assiégent continuellement les régions polaires ; la raison de cette différence est aisée à trouver : la compression habituelle de l'atmosphère et sa densité étant beaucoup plus grandes vers le pôle, les vapeurs ne peuvent s'élever et s'éloigner de la terre. Les *brouillards secs* proviennent selon quelques savans, des vapeurs souterraines ; ils montrent une liaison sensible avec les éruptions volcaniques. Tel était du moins le cas du fameux brouillard qui, en 1783, enveloppa toute l'Europe au moment où le feu volcanique ébranlait l'Islande (3). En 1755, avant le désastre de Lisbonne, un semblable brouillard se montra dans le Tyrol et en Suisse ; il parut composé de molécules terrestres, réduites à une extrême finesse (4).

Rosée.

Parmi les météores aqueux, tombans à terre, la *rosée* a fait naître le plus de conjectures ; elle paraît être d'une double nature ; elle peut en partie être produite par la transpiration des plantes, mais la plus grande quantité se forme par la précipitation des vapeurs qui, pendant un jour chaud, se sont élevées à une hauteur peu considérable. L'influence de l'électricité sur ce phénomène, est certaine, quoiqu'encore mal expliquée ; car la rosée ne se montre abondante qu'après une journée où l'air a été très-électrique (5), et elle ne s'attache nulle part en plus

(1) *Hube*, sur l'Évaporation, chap. L, p. 291 *sqq.* (2) *Deluc*, Modifications de l'atmosphère, II, 724. (3) *Beroldingen*, Réflexions sur le grand brouillard. Brunswick, 1783 (en all.). Magasin de physique de Gotha, II, 9, IV, 114, V, 119. (4) *Lambert*, Act. Helv., tom. III. *Bergmann*, Géographie-Physique, § 123. (5) *Du Fay*, Mémoire sur la rosée. Mém. de l'acad. des sciences, 1736, p. 352.

grande quantité qu'à la surface des corps qui ne sont pas conducteurs d'électricité, tels que le verre et la porcelaine. Les métaux au contraire paraissent l'absorber. La rosée est nulle ou faible dans les régions polaires, dans les contrées arides et sur les mers des zones tempérées; plus abondante sous les climats chauds, elle y remplace souvent la pluie; mais en plusieurs pays, elle est nuisible à l'accroissement des plantes et à la santé de l'homme; elle l'est surtout dans les pays marécageux où les vapeurs qui s'élèvent pendant le jour, sont d'une nature malfaisante.

La *gelée blanche* est une rosée qui s'est gelée, un moment après qu'elle est tombée. Fixée sur les arbres dépouillés de leur verdure, elle présente l'aspect d'une végétation cristalline. Gelée blanche.

La *pluie* tombe des nues lorsque les vapeurs vésiculaires qui en font partie, se réunissent en gouttes. Ces gouttes n'ont dans nos climats que quelques lignes de diamètre, mais dans la zone torride jusqu'à un pouce. Ainsi, la différence qu'on remarque entre la pluie d'orages et la pluie ordinaire, paraît n'être qu'accidentelle, et l'origine de l'une et de l'autre peut être attribuée à une diminution d'électricité dans les nuages. Les montagnes sont autant de pointes qui soutirent le fluide électrique; voilà pourquoi il pleut presque continuellement dans certains pays montagneux, comme sur la côte orientale de la Norvège et de l'Écosse. Dans les contrées où le tonnerre est inconnu, comme aux environs de Lima et sur toute la côte de Pérou, on ne connaît pas non plus la pluie (1). Pluie.

Lorsque les vapeurs aqueuses se congèlent, soit en tombant, soit dans l'air, elles forment des *neiges*. La cristallisation ordinaire du sel ammoniac en petits cristaux plumeux (2), offre des phénomènes semblables à celui qui se présente dans la cristallisation de la neige. « Si Neige.

(1) *Daubé*, sur l'Évaporation, chap. 51-56, p. 296-328. (2) *Monge*, Annales de chimie, V, p. 1 *sqq*.

» l'on remplit un vase de verre, profond et chaud, dit » M. *Monge*, d'une dissolution de sel ammoniac saturée à » chaud, et qu'on laisse ensuite lentement refroidir celle- » ci dans un air calme, la surface du liquide est la pre- » mière qui arrive à la supersaturation, tant à cause du » refroidissement direct qu'elle éprouve, qu'à cause de » la concentration que l'évaporation y provoque, c'est » donc à la surface que les premiers cristaux se forment. » Ces cristaux, d'une extrême petitesse, sont aussitôt » submergés que formés, et parce que leur pesanteur » spécifique est un peu plus grande que celle du liquide » qui les contient, ils descendent avec lenteur, en même » temps leur volume augmente par une addition de cris- » taux semblables qui se forment sur leur passage, en » sorte qu'ils arrivent au fond du vase en flocons blancs, » nombreux et volumineux. La progression rapide de la cris- » tallisation est due uniquement à l'affinité des molécules; » le premier cristal, qui descend au fond, donne comme » un signe de ralliement à toutes les molécules qui avaient » une tendence à se réunir ». On peut comparer à ces phénomènes, la formation de la neige dont les premiers cristaux, nés au haut de l'atmosphère, déterminent, à mesure qu'ils descendent, par l'excès de leur pesanteur spécifique, la cristallisation des molécules aqueuses, que, sans leur présence, l'air environnant aurait retenues en dissolution. Il en résulte des étoiles à six rayons, lorsque le temps est calme, et que la température n'est pas assez élevée pour déformer les cristaux en fondant leurs angles; mais lorsque l'atmosphère est agitée et que la neige tombe de trop haut, les cristaux se heurtent, se réunissent en groupes et forment des flocons irréguliers.

La *grêle* est, selon toutes les apparences, de la neige ou de la pluie neigeuse qui a subi plusieurs congélations et plusieurs fontes superficielles, en passant par différentes zones, les unes tempérées, les autres glaciales. Mais quelle cause peut produire ces fortes variations de température? L'électricité qui, en combinant l'oxigène et l'hy-

drogène, leur enlève une partie de leur calorique (1). Aussi, la grêle, même celle du printemps, est accompagnée des traces d'électricité (2). C'est par un appareil électrique qu'on est parvenu à imiter la grêle (3). On peut ajouter que les éruptions des volcans sont souvent suivies de la chute d'énormes grelons (4). La violence avec laquelle la grêle est lancée sous un angle oblique et indépendamment du vent, s'expliquerait en supposant avec le célèbre *Volta*, deux nuages électriques, s'attirant dans une direction verticale, et produisant par leur choc, la grêle qui serait ensuite poussée dans la diagonale de sa pesanteur et de la résultante des deux directions des nuages.

Tels sont les principaux faits que la physique a devinés à l'égard de la formation des météores aqueux. Leur influence sur le bien-être de la terre, est plus facile à déterminer. Nous voyons toute la nature languir quand l'atmosphère retient trop long-temps le fluide enlevé à la terre; les plantes penchent tristement leur feuillage jaunissant; les animaux sentent leurs forces défaillir; l'homme lui-même, ne respirant que de la poussière, peut difficilement se procurer un asile contre la chaleur qui l'accable et contre la sécheresse qui le dévore; mais à peine les eaux célestes se sont-elles répandues, que tous les êtres vivans se sentent renaître : les champs reprennent leur parure verdoyante, les fleurs leur éclat, les animaux la liberté de leurs mouvemens, les élémens de l'air leur équilibre salutaire. La neige elle-même, dont le nom effraie les peuples méridionaux, est un véritable bienfait de la nature; elle garantit les racines des plantes des effets d'un froid rigoureux; elle humecte lentement des terres où la pluie ne s'arrêterait pas; elle fraie à l'homme du nord des routes commodes et agréables sur lesquelles il glisse joyeu-

Effets des météores aqueux.

(1) Journal de physique, ou Observations, etc. De *Rozier*, 1778, sept. *Cotte*, Journal général de France, 1788, n° 95. Magazin de Gotha, VI, 126, et *Libes*, Dictionnaire de physique. (2) *Senebier*, Journal de physique, 1787, mai. (3) *Quinquet* et *Seiferheld*, voyez Magasin de Gotha, VI, 189, VII, 45-47, etc. (4) *Stephensen*, Tableau de l'Islande, p. 307 (en all.).

sement dans son léger et brillant traîneau, tandis que l'habitant du midi, sous un ciel nébuleux, reste également privé des agrémens de l'hiver et de ceux de l'été. La *grêle* seule, parmi les météores aqueux, ne se montre jamais que sous l'aspect d'une calamité; les oiseaux et les quadrupèdes, par instinct, se cachent dès qu'ils en ont eu le pressentiment (1); l'homme ne sait ni prévoir ce météore, ni en arrêter les ravages; il a pu enchaîner la foudre, mais il voit la grêle écraser ses blés, briser ses arbres fruitiers, et endommager ses maisons même, sans pouvoir y apporter aucun remède.

Quantité des eaux atmosphériques.

L'excès d'humidité pourrait bien devenir funeste à la terre; mais il est difficile que cet excès ait lieu. La quantité des eaux atmosphériques versées par les météores aqueux, varie selon les climats. A Paris, on a trouvé qu'il tombait annuellement 24 pouces d'eau de pluie et de rosée; à Iolmezzo, dans le Frioul, les pluies seules fournissent 82 pouces; et à Carfagnana, dans les Apennins, 92; il en tombe à la Grenade, 105; et à Léogane, dans l'île de Saint-Domingue, 150 pouces. Il est probable que partout la quantité de l'eau évaporée détermine celle qui descend de l'atmosphère (2).

Nature des eaux atmosphériques.

Les effets salutaires des météores aqueux sont encore modifiés par la nature chimique des eaux atmosphériques. Les pluies et les rosées salées aux environs de la mer Caspienne, dues aux vapeurs qui s'élèvent d'un sol imprégné de divers sels (3), contribuent probablement à ces efflorescences salines, qui, selon M. *Olivier*, envahissent peu à peu le sol jadis fertile de la Perse. Elles sont si fortes, que dans une nuit d'été, froide, on les voit se déposer sur les chameaux, sous la forme d'un givre, contenant du sel ammoniac. Dans le Jutland occidental, nous voyons des brouillards saumâtres s'élever du sein de la mer, con-

(1) Cours complet d'agriculture pratique, par *Rozier*, *Sonnini*, etc. (Chez *Buisson*), art. *Météorologie*. (2) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1254. *Cotte*, Météorologie. *Hales*, Statique des végétaux. Mémoires de *Sedilleau* (académie de Paris), de *Wargentin* (académie de Stockholm), etc., etc. (3) *Gmelin*, Description de la Russie, III, 11-12.

sur le feuillage des arbres, en arrêter la végétation, sans nuire à celle des graminées. Les brouillards d'automne, en France, probablement chargés d'électricité, hâtent quelquefois la maturité du raisin.

Parmi les météores aqueux, il y en a quelques-uns qui passaient autrefois pour surnaturels, mais auxquels des observations plus exactes ont ôté tout ce qu'ils avaient de merveilleux. Telles sont les *pluies de sang* qui ont lieu lorsque l'eau pluviale entraîne avec elle une grande quantité de certains insectes rouges qui flottent dans l'atmosphère, ou qui fourmillent sur la terre. Les *pluies de soufre* ont pu réellement avoir lieu, même sans des éruptions volcaniques; car l'air contient du carbone et du gaz sulfurique, qui, combinés par le calorique, forment du soufre. En 1646, au mois de mai, on vit pleuvoir à Copenhague une matière qui, examinée par les savans d'alors, leur parut être du soufre minéral (1); mais le même phénomène se renouvela, en 1804, également au mois de mai, et les savans d'aujourd'hui, en analysant la matière tombée, n'y virent qu'une substance végétale semblable au *semen lycopodii* (2). La phosphorescence de cette substance, au moment de la pluie, qui eut lieu pendant la nuit, avait offert un spectacle effrayant. D'autres exemples conduisent à ne voir, en général, dans les pluies de soufre, que la chute d'une poudre végétale, enlevée par une trombe, phénomène que nous décrirons plus loin. A Bordeaux, en 1761, le vent apporta une nuée, composée de la poussière jaunâtre qui couvre les étamines des fleurs de pins, dans les landes voisines (3). Les ouragans enlèvent aussi quelquefois des gerbes de blé et de petits animaux, comme des sauterelles, des crapauds, qui, en retombant à une distance considérable, effraient les bonnes femmes des campagnes. Le phénomène le plus effrayant dans ce genre, les pluies de feu, a été observé

Pluies de sang, de soufre, de feu, etc.

(1) *Wormius*, Muséum, lib. I, cap. 9, sect. I. (2) Mémoires de Viborg, de *Rafn*. (3) *Sigaud Lafond*, Dict. des Merv. de la nature, tome II, p. 196.

à deux reprises par un grand naturaliste, qui déclare n'y avoir vu qu'une pluie fortement chargée d'électricité, et qui étincelait en touchant la terre (1).

Phénomènes optiques.

Passons aux météores lumineux, et d'abord à ceux qui, selon la physique commune, dépendent de la réfraction et de la réflexion.

Les rayons solaires, disent les Newtoniens, en passant d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, subissent une inflexion, une déviation de leur chemin direct, qui s'appelle *réfraction*. Les sept rayons visibles ont une réfrangibilité différente; les rouges ont la moindre; viennent ensuite l'orange, le jaune, le vert, le bleu clair, l'indigo, le violet. Tous les corps qui sont visibles, sans être lumineux, ont la propriété de *réfléchir* la lumière, de la repousser et renvoyer. Les nuages et l'air même ont cette propriété. Les rayons qui ont le plus de réfrangibilité, sont aussi les plus réflexibles. Ces deux causes nous procurent les spectacles les plus agréables et les plus majestueux de la nature. Si le ciel brille d'une couleur azurée, tantôt claire, tantôt foncée, c'est l'effet des rayons bleu, indigo et violet, qui, d'abord réfléchis par la terre, sont ensuite renvoyés vers nous par l'atmosphère.

La réfraction de la lumière lui permet de se répandre peu à peu dans notre hémisphère, obscurci par les ombres de la nuit, long-temps avant que le soleil n'y paraisse, et lorsque cet astre est à 18 degrés au-dessous de notre horizon. Le *crépuscule* et l'*aube* sont un grand bienfait pour les laboureurs, pour les navigateurs, pour les malheureux habitans de la zone glaciale. Par leur effet, les deux pôles doivent jouir, pendant environ 9 mois, de la lumière solaire. Le soleil lui-même paraît, par la réfraction, au-dessus de l'horizon, avant qu'il n'y arrive en effet.

Crépuscule et aube.

Aurore et coucher du soleil.

L'*aurore* et le *coucher du soleil* doivent leurs teintes brillantes à ce que l'air vers la nuit et au matin se condense

(1) *Bergmann*, Géog.-Phys., II, 45, § 115.

et s'remplit de beaucoup de vapeurs. Les rayons très-réfrangibles nous parviennent peu ou point; les rouges et les jaunes ont seuls assez d'inflexibilité pour pénétrer à travers l'atmosphère, et d'en rendre les vapeurs et les nuages comme autant de miroirs mobiles. C'est la même raison qui souvent fait paraître le soleil plus rouge le soir et le matin. Le doux spectacle de l'aurore et du crépuscule est presque refusé aux régions équatoréales, où le soleil se lève à peu près verticalement; c'est vers les pôles que ces clartés réfléchies de l'astre du jour se prolongent le plus et changent souvent la nuit entière en un jour magique dont l'Européen méridional ne saurait se faire une juste idée.

Les *parélies* sont des phénomènes moins communs. On voit à côté du soleil, souvent au-dessus et au-dessous, plusieurs images plus ou moins vives de cet astre; ces *faux soleils* sont tantôt entourés d'un cercle d'une lumière pâle, tantôt ornés des couleurs de l'iris; le plus souvent ils n'ont pas une parfaite rondeur, et l'on en a vu qui avaient des queues lumineuses. Ce météore n'a jamais été vu en même temps de plusieurs endroits éloignés; il change même d'aspect pour des spectateurs très-voisins l'un de l'autre. C'est donc un effet d'optique. Comme il neige et grêle ordinairement au moment où une telle parélie disparaît, on croit que c'est dans une masse de petites aiguilles de glace suspendues dans l'air que se réfléchit l'image du soleil; les rayons passent probablement à travers une ouverture entre des nuages épais, comme lorsqu'on fait tomber l'image solaire dans la chambre obscure (1). Il y a aussi des *parasélènes* ou de fausses lunes. Ces illusions ne peuvent guères avoir lieu que lorsque le soleil, éloigné du zénith, darde ses rayons obliquement sur l'atmosphère; aussi presque toutes les parélies arrivent le matin ou le soir. Les parélies ont sou-

Parélies ou faux soleils.

Parasélènes.

(1) *Huygens*, Dissert. de coronis et pacheliis, in Op. relict., II. *Bergman*, Géographie-Physique, § 122.

vent lieu dans les contrées où règne un froid humide; on les voit fréquemment au Groenland, et l'on assure qu'aux environs de la baie d'Hudson, le soleil, en se levant, semble ordinairement avoir une queue.

Arc-en-ciel. L'*arc-en-ciel* a beaucoup de rapport avec les parélies, et les accompagne ordinairement. Personne n'ignore que cet arc de cercle, si merveilleusement coloré, est le produit des sept rayons solaires, réfractés dans des gouttes d'eau suspendues dans l'air, et réfléchis sur un nuage obscur, comme sur un fond. C'est dans les traités de physique qu'il faut chercher l'explication de ce phénomène (1).

Diverses espèces de reflets. Ce qu'on a nommé l'*apothéose des voyageurs*, est un phénomène du même genre que l'arc-en-ciel. Placés sur la montagne très-élevée de Pambamarca, dans le Quito, les académiciens Bouguer, Godin et la Condamine virent leur propre image, réflétée dans un brouillard très-fin et entouré de plusieurs cercles concentriques, ornés des couleurs de l'iris. Le *spectre du Brocken* est une illusion optique du même genre.

Mirage. Le *mirage* ou l'apparition des objets qui ne se trouvent point réellement dans l'horizon, ou qui s'y trouvent dans une autre situation, est une des illusions optiques les plus remarquables. Sur mer, elle fait paraître des rochers et des bancs cachés sous l'eau, comme s'ils étaient élevés au-dessus de sa surface; ainsi les marins suédois ont long-temps cherché une prétendue île magique qui se montrait de temps en temps entre les îles d'Aland et les côtes de l'Uplande; c'était un écueil élevé par le mirage (2). D'autres fois, les Anglais ont vu avec effroi la côte de Calais et de Boulogne se rapprocher en apparence des rivages de leur île. Les vaisseaux se présentent quelquefois comme s'ils étaient renversés ou comme s'ils naviguaient dans les nua-

(1) *Haüy*, Traité de physique, §§ 955-975. Comp. Observations sur l'arc-en-ciel, suivies de l'application d'une nouvelle théorie, etc., par M. l'abbé *P.*, Paris, 1788. (2) Mémoires de l'académie de Stockholm.

ge (1). Le plus fameux exemple de ce phénomène, est celui qui se montre fréquemment dans le détroit de Messine, et que le peuple attribue à la fée Morgane, *Fata Morgana;* le spectateur, placé sur le rivage italien, voit sur le plan incliné que forment les flots pressés au milieu du détroit, des images de palais, de remparts crénelés, de maisons et de vaisseaux, tantôt renversées, tantôt confusément redressées, et qui semblent lui présenter des villes et des paysages aériens (2). De tous les effets du mirage, celui qui a été le mieux examiné, c'est l'illusion optique qu'éprouvèrent les Français dans les déserts voisins de l'Égypte; la plaine de sables, couverte dans le lointain d'une vapeur épaisse, leur offrait l'image trompeuse d'un vaste lac vers lequel ils se précipitaient, mais qui semblait fuir devant eux (3). Tous ces bizarres jeux d'optique, dignes d'exercer la sagacité des savans qui, sans doute, n'y verront pas l'effet d'une seule et unique cause, ne peuvent être que brièvement indiqués dans un traité de géographie-physique.

La *lumière zodiacale* mérite plus spécialement notre attention; c'est un grand phénomène qui doit tenir, ou à la nature de l'atmosphère terrestre, ou à la position du globe envers le soleil. Cette lumière qui est constante sous l'équateur (4), se présente après le coucher du soleil, sous la figure d'une clarté tranquille, blanchâtre, et de forme lenticulaire, ayant sa base tournée vers le soleil et son axe dans le zodiaque. *Mairan* a supposé que cette lumière était l'atmosphère du soleil (5), mais cette explication assez généralement admise, est absolument rejetée par M. de Laplace. Cet illustre géomètre observe, ce nous semble avec raison, que l'atmosphère du soleil ne

Lumière zodiacale.

(1) *Minasi*, *Gilbert*, etc., Voyez le *Mémoire* sur les *Fata Moagana*, qui sera dans les *Annales des Voyages*. (2) Philosophical transactions, 1799. (3) *Monge*, sur le Mirage, dans les *Mém. d'Egypte*, I, 64. (4) *Horner*, Astronomie de l'expédition de Krusenstern, dans *Zach*, Correspondance, X, 211, 219, 340 (avec une figure).
(5) *Mairan*, Traité de l'aurore boréale, p. 12.

saurait avoir la forme lenticulaire, ni s'étendre au-delà de l'orbite de mercure, tandis que la lumière zodiacale semble même s'étendre au-delà de l'orbite terrestre (1). S'il nous était permis dans un ouvrage de cette nature, de développer de nouvelles opinions, relatives à la physique, nous chercherions à rendre vraisemblable que la lumière zodiacale n'est autre chose que le fluide lumineux propre du globe terrestre, attiré par le soleil dans la direction de sa route journalière apparente, et qui étant accumulé sur cette ligne, devient visible au moment du déclin de cet astre; cet effleuve, formant une bande elliptique, dont le grand diamètre est toujours dirigé vers le soleil, doit se présenter sous une figure lenticulaire, dont la partie la plus large est tournée vers le soleil. Il est vrai que cette explication suppose que le fluide lumineux répandu dans tout l'univers, s'accumule autour des globes célestes, en raison de leur masse et de leur densité, ce qui n'est qu'une hypothèse encore fort incertaine.

Météores ignés.

Parmi les *météores ignés* dont nous allons nous occuper, le *tonnerre* occupe le premier rang. On sait qu'il est le produit de l'électricité, dont la théorie doit être étudiée dans les traités de physique. Nous avons vu que la présence toute-puissante du fluide électrique se manifeste d'une manière très-sensible dans l'air, la pluie, la neige, la grêle et les nuages, qui flottent au milieu de l'atmosphère. Ces corps reçoivent la vertu électrique des mains de la nature, par des moyens qui ne nous sont pas précisément connus, quoique les expériences de Lavoisier et de Laplace aient mis hors de doute que les corps terrestres, en s'évaporisant, enlèvent à la terre une partie du fluide électrique qui lui est propre. On sait que c'est au célèbre *Franklin* que nous devons la preuve positive de l'électricité de l'atmosphère; il osa le premier dresser un appareil contre les nuages, et arracher au ciel les carreaux de la foudre. L'électricité des nues d'orages est presque toujours celle

Tonnerre.

(1) *Laplace*, Système du monde, liv. IV, ch. 10.

que les physiciens nomment *vitrée* ou positive; elle augmente à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, et doit par conséquent être très-vigoureuse dans les couches d'air où naissent les orages. Tout le globe terrestre peut être regardé comme un vaste réservoir de l'une et de l'autre électricité, mais plus souvent de la résineuse ou négative. Tant que ces deux corps restent dans leur état naturel, il y a équilibre entre les deux électricités, et par conséquent repos; mais si un de ces deux corps, soit la terre, soit l'atmosphère, est électrisé par une quantité additive du fluide électrique, il n'y a plus égalité de répulsion et d'attraction; le fluide part sous la forme d'une étincelle; c'est *la foudre*, qui est ou *descendante* ou *ascendante*. Quelquefois on voit ces deux espèces de foudre presque dans le même moment; la terre et l'atmosphère semblent se renvoyer tour-à-tour leur surplus d'électricité. L'étincelle attirée et conduite de préférence par des métaux et des corps humides, exerce des ravages, qui n'ayant pu être observés de sang-froid, restent encore enveloppés d'obscurité; ici, la foudre excite des flammes rapides et dévorantes; là, elle se borne à courber et à fracasser les objets qu'elle rencontre. Tantôt elle ôte en un instant la vie aux animaux, tantôt elle parcourt les vêtemens d'un individu sans lui nuire.

Foudre descendante et ascendante.

On a observé une espèce de flux et de reflux périodique dans le fluide électrique de l'atmosphère. En été, lorsque la terre est sèche, que le jour est chaud, sec et serein, l'électricité atmosphérique va en croissant depuis le lever du soleil jusque vers le milieu du jour, où elle parvient à son *maximum*; elle y reste stationnaire pendant une couple d'heures, et diminue ensuite jusqu'à la chute de la rosée. Vers minuit, elle se ranime pour s'éteindre de nouveau, et presque entièrement. En hiver, le *maximum* de l'électricité est à huit heures du matin et à huit heures du soir; elle est plus faible dans la journée. Dans toutes ces variations, l'électricité atmosphérique semble suivre assez exactement le développement du gaz

Variations du fluide électrique.

hydrogène, qui est plus ou moins considérable dans les différens momens du jour (1). Les phénomènes électriques affectent certaines parties du globe de préférence. Vers les pôles, le dégagement du gaz hydrogène est peu abondant, et en même temps il n'y a point de frottement continuel entre la terre et l'atmosphère : aussi ne voit-on que rarement la foudre éclater dans ces contrées; le tonnerre n'y est qu'une faible décrépitation. A mesure qu'on s'avance vers l'équateur, le gaz hydrogène devient plus abondant, et en même temps les orages plus forts. C'est sous la ligne que l'on trouve cette vaste étendue de mer où règnent, presque sans interruption, les tonnerres et les orages. Il y a cependant des contrées sous la ligne où il tonne fort rarement. Si la foudre semble être particulièrement attirée vers les endroits marécageux, ne pourrait-on pas en chercher la cause dans la présence du gaz inflammable des marais, qui n'est qu'un gaz hydrogène impur?

On a prétendu qu'il y a dans le fluide électrique du globe deux courans : l'un, des pôles vers l'équateur; l'autre, en sens contraire. C'est une hypothèse assez probable.

Effets des orages.

Les orages, malgré les malheurs qu'ils causent de temps en temps, et que le paratonnerre ne prévient pas d'une manière absolue, méritent d'être regardés comme un des plus grands bienfaits du créateur. Ils répandent de la fraîcheur dans l'atmosphère échauffée et desséchée. Désaltérée par les pluies d'orages, la plante reprend son vert brillant, la fleur relève sa tête languissante; les moissons et les fruits, pénétrés d'une nouvelle chaleur, mûrissent plus rapidement, et l'homme en silence adore le grand Être, dont la puissance vient de se manifester.

Nous allons considérer divers phénomènes ignés, mais

(1) *Saussure*, Voyages, §§ 800-803-831. *Lemonnier*, Mém. de l'Académie, 1752, p. 240-241. *Beccaria*, Électricité terrestre, § 1087.

dont aucun ne présente la terrible énergie du tonnerre. C'est un spectacle aussi magnifique qu'étonnant, que ces *aurores boréales*, tant de fois chantées par Ossian. Dans ces météores, teints de sang et de feu, quel poète ne verrait les ombres des guerriers qui, jadis, vainqueurs de la terre, à présent dominateurs des airs, se penchent de leurs nuages pour regarder les combats de leurs neveux? Ces pâles et tranquilles lueurs, ne sont-elles pas les filles des héros qui, moissonnées dans leur printemps, planent aujourd'hui sur l'aile du vent? On entend leurs soupirs et les légers bruissemens de leurs robes resplendissantes. Quelles colonnes lumineuses s'élèvent vers le zénith et s'y assemblent de toutes parts! C'est le palais errant des morts. Peintres et poètes, c'est à vous qu'il est permis de retracer toute cette magie. Nous devons nous borner à une description rigoureuse (1). L'aurore boréale se montre toujours du côté du nord dans nos contrées européennes; elle tire ordinairement un peu à l'ouest. Au Groenland, on aperçoit quelquefois ce phénomène du côté du midi. Dans l'hémisphère austral, il se montre, mais avec un éclat affoibli, du côté du pôle du sud. Les anciens paraissent l'avoir décrit sous les noms de *lampes* ou *torches ardentes*, et autres; aujourd'hui, il est rare dans la zone tempérée, et ne devient commun que vers le 60e degré de latitude. Il commence ordinairement trois ou quatre heures après le coucher du soleil; il s'annonce par un nuage sombre qui présente à peu près la figure d'un segment de cercle, dont l'horizon forme la corde. Ce segment vu à Upsal, par exemple, est d'un noir foncé, tandis qu'en Lapponie, il paraît grisâtre ou même devient presqu'invisible. Bientôt sa circonférence paraît bordée d'une lumière blanchâtre, qui semble quelquefois se consumer tranquillement. Le plus souvent, le segment nébuleux s'ouvre en crevasses, il en sort des jets et des rayons de lumière, co- Aurore boréale.

(1) *Mairan*, Traité des aurores boréales, p. 115. *Bergmann*, Géog.-Phys., II, 96-104.

lorés en jaune, rose, pourpre ou vert-céladon. Un mouvement général agite toute la masse nébuleuse et éclairée; des rayons plus vifs les uns que les autres, se croisent comme des éclairs au milieu d'une vaste clarté; peu à peu, il se forme au zénith une couronne lumineuse qui semble être le point central de tous les mouvemens de la matière lumineuse. Après avoir occupé pendant une heure ou deux presque toute l'étendue du ciel, le phénomène se resserre d'abord du côté du midi, ensuite à l'ouest et à l'est, et finit par disparaître au nord. Le soleil levant éteint ces clartés, rivales de la sienne. Mais plus on s'éloigne du pôle, moins on voit distinctement ces diverses phases de l'aurore boréale. Elle ne paraît généralement en France, que comme une lumière peu élevée au-dessus de l'horizon.

Les physiciens ont donné diverses explications de ces phénomènes; celle qu'a proposée dernièrement le professeur *Libes*, a paru aux savans réunir la simplicité à la probabilité (1).

Explication de l'aurore boréale.

Ce physicien pose d'abord six principes : 1° Si l'on excite l'étincelle électrique dans un mélange de gaz azote et de gaz oxigène, il en résulte de l'acide nitrique et de l'acide nitreux, ou du gaz nitreux, suivant le rapport qui existe entre le gaz oxigène et le gaz azote, qui composent le mélange. 2° L'acide nitrique exposé au soleil prend plus de couleur et de volatilité. *Schéele* a observé le premier ce phénomène, et M. *Libes* a fait là-dessus des observations fréquentes. Ayant placé un récipient sur une soucoupe contenant de l'acide nitrique, et ayant exposé le tout au soleil, il a vu que l'acide s'est coloré, et que le récipient a été rempli de vapeurs rutilantes qui s'y soutenaient long-temps, en répandant une clarté semblable à celle des aurores boréales. 3° Dans les flacons qui contiennent de l'acide nitreux, on aperçoit toujours, au-dessus de l'acide, une vapeur très-rouge et très-volatile

(1) Traité de Physique, par *Libes*, tome III, page 309.

qui ne se condense jamais. 4° Le gaz nitreux, en contact avec l'air atmosphérique, exhale des vapeurs rutilantes, qui s'envolent dans l'atmosphère. 5° Le gaz hydrogène qui se dégage de la surface du globe, va occuper, dans les hautes régions de l'atmosphère, une place marquée par sa pesanteur spécifique. 6° La chaleur solaire a très-peu d'activité dans les régions polaires.

En réfléchissant sur ces principes, il est aisé de voir que la production du gaz hydrogène, étant presque nulle dans les régions polaires, le fluide électrique, en refluant de l'équateur vers le pôle, ne doit rencontrer qu'un mélange de gaz azote et de gaz oxigène; que l'étincelle électrique fixe et combine ces deux gaz; que cette réunion doit donner lieu à une production de l'acide nitrique, de l'acide nitreux ou du gaz nitreux, selon le rapport qui règne entre les deux gaz composans, et que de ces gaz et acides nitriques ou nitreux, doivent s'exhaler des vapeurs rutilantes et volatiles, qui donnent lieu aux phénomènes de l'aurore boréale. Si ces phénomènes n'ont pas lieu dans les zones tempérées, c'est que dans leur atmosphère fortement chauffée, il se trouve toujours un mélange de gaz oxigène et de gaz hydrogène, que l'étincelle électrique fixe de préférence, en y occasionnant la foudre et le tonnerre. Ces deux phénomènes ne sont point connus dans les régions polaires, parce que le gaz hydrogène y manque.

Les observations de *Gmelin* le père, dans son voyage de Sibérie, tendent à confirmer l'opinion de M. *Libes*. En avançant dans la Sibérie orientale, les aurores boréales deviennent toujours plus fréquentes, plus éblouissantes; on dirait que les contrées glaciales, entre le Jénisséi et le cap Behring, sont la patrie de ces phénomènes. Or, c'est justement la partie de l'ancien continent, où le froid est le plus vif, et par conséquent où il se développe le moins de gaz hydrogène. Remarques sur cette explication.

Cette explication pourtant ne rend pas raison de plu-

sieurs circonstances du phénomène, entre autres du segment noirâtre qui en forme la base ; il faut attendre que des observateurs éclairés en aient fait l'application suivie à un certain nombre d'aurores boréales. Nous demanderions à ces observateurs, si l'aurore boréale ne serait pas en partie due à un effet de mirage ? Si le segment circulaire ne serait pas l'image du globe terrestre lui-même, répété dans l'atmosphère nocturne ? Alors, les rayons lumineux qui paraissent sortir de ce segment nébuleux, sortiraient réellement de la terre elle-même. C'est une idée que nous livrons à l'examen des savans.

D'autres phénomènes ignés nous rappellent vers la surface terrestre. On sait que des matières animales en putréfaction, il se développe toujours du phosphore, qui, s'enflammant par le contact de l'atmosphère, produit des flammes légères et mobiles. Telle est probablement l'origine de ces *feux follets* qui voltigent dans l'obscurité sur les cimetières et sur les champs de bataille ; ils ont pu causer les prétendues apparitions d'esprits dans les églises, où une mauvaise habitude entasse les restes des morts. Le gaz hydrogène se combine souvent avec le phosphore ; ce mélange n'est pas propre à la respiration, il suffoque subitement. C'est encore une circonstance qui semble entrer dans beaucoup d'histoires de revenans et d'apparitions.

Feux follets

Il se dégage aussi des marais un air inflammable, qui est du gaz hydrogène mêlé avec l'azote. L'air qui brûle à la surface de certaines sources, connues sous le nom de *fontaines ardentes*, provient également du gaz hydrogène phosphoré. Il existe une de ces sources dans la paroisse de Saint-Barthélemy, département de l'Isère. Le dégagement du gaz inflammable est, pendant l'été, si considérable, qu'on voit continuellement une flamme de 7 pieds de hauteur, et que des voyageurs, à son aspect, se sont imaginés voir un village en combustion (1).

Fontaines ardentes.

(1) *Bouvier*, Journal de la médecine éclairée par les sciences physiques, tome III, n° 8.

Les *feux follets* nés d'un développement d'hydrogène phosphoré, doivent nécessairement s'éteindre rapidement; une succession de ces feux paraîtra donc aux yeux du spectateur être une seule flamme qui se transporte avec rapidité d'un lieu dans l'autre. En veut-on approcher? L'air poussé devant nous, force le feu léger à s'éloigner (1). Il y a d'autres feux semblables qui se montrent immobiles dans un certain endroit; il en existait un près Rettwick en Suède, qui était attribué à un dragon veillant sur des trésors; un simple mineur osa diriger une fouille qui mit à découvert une caverne, remplie de pyrite sulfureux et de pétrole, dont la combustion avait été la cause du phénomène (2).

Étoiles tombantes.

Les *étoiles tombantes* ou *volantes* sont connues de tout le monde. Elles reconnaissent probablement pour cause un gaz hydrogène plus ou moins sulfuré; car le phosphore est trop rapidement enflammé, par le contact de l'air, pour qu'il puisse s'élever aussi haut. Ce qui semble prouver l'origine sulfuro-hydrogénique de ces météores, c'est la considération des circonstances qui les accompagnent ou les suivent. Ces feux, à ce que l'on assure, tombent souvent à terre, et l'on ne trouve, à l'endroit de leur chute, qu'une matière fétide, glutineuse, d'un blanc tirant sur le jaune. Or, on sait que le gaz hydrogène sulfuré tient du soufre en dissolution, que l'hydrogène et le soufre ne brûlent point en même temps; que par conséquent la partie sulfureuse peut se précipiter à terre, pendant que l'hydrogène, mêlé à l'oxigène de l'air, s'allume par une légère étincelle électrique.

Feu de Saint-Elme.

Le *feu de Saint-Elme* est assez généralement regardé comme une accumulation de matière électrique autour d'une pointe qui se meut dans l'air. Ainsi, ce feu doit naturellement se montrer souvent au sommet des mâts d'un vaisseau naviguant avec rapidité. Les anciens ont remarqué ce phénomène; une paire de ces feux s'appelait

(1) *Derham*, Philosoph. Transact., n° 411. (2) Mémoires de l'académie de Stockholm, 1740. *Bergmann*, Géog.-Phys., II, 80.

Castor et Pollux; un seul portait le nom d'*Hélène*. Souvent on vit les lances d'une armée, ornées de ces bouquets électriques (1). Un naturaliste suédois voyageant à cheval par un temps neigeux, vit ses doigts, sa baguette et les oreilles de son cheval couverts d'un feu de cette nature (2).

Globes de feu.

Les *globes de feu* offrent un spectacle beaucoup plus imposant que tous les phénomènes précédens. On en voit d'une étonnante grandeur; leur lumière est quelquefois rougeâtre, mais plus souvent d'une blancheur vive et éblouissante, semblable à la flamme du zinc, mêlé avec le nitre. Ils se meuvent avec la rapidité de l'éclair, et semblent parcourir les hautes régions atmosphériques, puisqu'on les a vus en même temps à des endroits fort éloignés l'un de l'autre. Peut-être ceci n'est-il qu'une suite de leur marche rapide, qui est quelquefois de 6 lieues par seconde. On les voit souvent dans l'espace de quelques secondes, apparaître, traverser l'horizon, éclater comme un feu d'artifice, se briser en morceaux, ou lancer des torrens de flammes. Une terrible détonnation ébranle les airs et la terre au moment où ils éclatent. Il y en a qui se précipitent comme la foudre, écrasent les toits des maisons, tuent les animaux, démâtent et fracassent les navires. D'autres fois, ils marchent sur la terre comme un tourbillon de feu, brûlent les végétaux, dévorent ou du moins renversent tout ce qui se rencontre sur le chemin. La foudre les accompagne quelquefois; en général, l'électricité et l'hydrogène, peut-être aussi le gaz nitreux, semblent jouer ici un grand rôle; mais l'apparition trop momentanée de ces phénomènes n'a pas permis de les observer avec soin. Ce n'est donc que par hypothèse qu'on regarde les pierres tombées du ciel comme les noyaux de ces petites comètes de l'atmo-

(1) *Homer.*, Odyss., XX, 133. *Cic.*, de Divinat., I, 18. *Virg.*, Géorg. I, 478. *Plin.*, Histoire nat. II, cap. 37. *Seneca*, Quæst. nat. I, 1. *Cæsar*, Bell. Afric., 6. *Liv.* XXII, 1. (2) *Forskal*, dans *Bergmann*, Géogr. Phys., § 130.

sphère terrestre ; mais du moins cette hypothèse a pour elle un haut degré de vraisemblance (1).

Tous les phénomènes que nous venons de considérer se montrent avec éclat ou même avec fracas ; il y en a un qui se présente comme le résultat d'une petite force invisible, tranquille, mais qui n'en embrasse pas moins tout le globe terrestre. Je veux parler du *magnétisme*. Ce phénomène est fort peu connu, quant à sa nature. Tout ce qu'on sait se réduit à ceci. Il semble exister une matière ou force quelconque qui influe probablement sur tous les corps terrestres, mais qui se manifeste principalement en agissant sur la mine de fer oxidulée, nommée *aimant*. Ces substances présentées l'une à l'autre, s'attirent mutuellement par un certain point et se repoussent par un autre ; elles tournent constamment ces deux points, où leur action magnétique se concentre, vers les deux pôles du monde ; elles communiquent, par le frottement ou par le contact, cette vertu à des barres et à des aiguilles de fer ou plutôt d'acier, de sorte qu'une telle *aiguille aimantée* indique par une de ses pointes le nord, et par l'autre le sud, sauf quelque déviation. On cherche à expliquer ce phénomène de la direction des aimants, en supposant que le globe soit lui-même un grand aimant, qui exerce sa force magnétique sur tous les corps, plus ou moins sensiblement. Nous n'entrerons pas dans les discussions auxquelles cette hypothèse donne lieu (2).

Magnétisme

Aiguille aimantée.

La terre considérée comme un grand aimant, a des pôles et un équateur différens de ceux qui lui donnent sa figure et sa rotation. C'est ce que démontrent les deux espèces de déviation, observées dans l'aiguille aimantée.

La déviation, ou l'angle que l'axe de l'aiguille aimantée

(1) Voyez ci-dessus, liv. XXXIII, p. 271.

(2) *Æpinus tentamen theoriæ magneticæ ;* les Mémoires de *Coulomb*, membre de l'Institut; ceux d'*Euler*, dans les *Mémoires de Berlin*, 1751, 1755 et 1757 ; les Mém. suédois, pour les années 1750 et 1768, avec la carte de *Wilke ;* les Transactions de la Société royale irlandaise, vol. IV, Dublin. *Van Swinden*, Mémoires sur l'analogie de l'électricité et du magnétisme. *Haüy*, Physique, §§ 720-832.

Déclinaison de l'aiguille.

fait avec le méridien du lieu, s'appelle *déclinaison*; elle est occidentale ou orientale, varie dans divers endroits du globe, à divers temps de l'année, même à diverses heures du jour. Ces diminutions et augmentations semblent varier périodiquement. Ces variations sont très-considérables. A Londres, la déclinaison était 11 degrés 15 minutes à l'est, en 1580; en 1657, l'aiguille montrait directement nord; en 1692, on remarquait déjà 6 degrés de déclinaison occidentale, et en 1799, cette déclinaison était montée à 21 degrés. En 1666, la déclinaison était nulle à Paris; en 1795, elle montait à 22 degrés 30 minutes vers l'ouest. On trouve sur le globe des suites de points dans lesquels la déclinaison est nulle; mais ces *bandes sans déclinaison* changent tous les ans de position. On est obligé de refaire les mappemondes magnétiques tous les 10 à 12 ans.

Les oscillations diurnes sont aussi considérables. *Celsius* observa une variation de 12 minutes dans une heure, et de 2 à 7 minutes dans les 24 heures. Ces expériences de *Cassini*, faites à Paris, donnent le résultat intéressant que voici. Depuis 8 heures du matin à 2 heures d'après midi, la direction de l'aiguille se rapproche de la méridienne; elle s'en écarte ensuite jusqu'à 9 heures du soir, et reste stationnaire pendant la nuit. La somme des oscillations vers l'ouest, l'emporte sur celle des mouvemens en sens contraire.

Inclinaison de l'aiguille.

L'*inclinaison* consiste en ce que l'aiguille aimantée, qui, sous l'équateur ordinairement, se soutient dans l'équilibre horizontal qu'on lui a donné, en le plaçant sur son pivot, s'en écarte à mesure qu'il s'approche des pôles; l'une de ces extrémités s'abaisse toujours vers le pôle voisin. La plus grande inclinaison dont on ait parlé jusqu'ici, est celle de 82 degrés observée par *Phipps*, à la latitude de 79 degrés 44 minutes nord. D'après les observations de M. de Humboldt, l'intensité des forces magnétiques et surtout l'inclinaison, augmente en allant de l'équateur aux pôles, tandis que le voyageur aérien, M. Gay-Lussac, a constaté qu'à 3,600 toises au-dessus de nous, elles étaient les mêmes que sur la terre.

Le cercle qui coïncide avec le plan vertical, passant par la direction de l'aiguille, s'appelle *méridien magnétique*. Les points où se couperaient tous ces méridiens, seraient les *pôles magnétiques* de la terre. Un grand cercle sous lequel l'inclinaison de l'aiguille est nulle, sera l'*équateur magnétique*. D'après les savantes recherches du célèbre *Biot*(1), l'équateur magnétique forme aujourd'hui avec l'équateur terrestre un angle de 10 degrés 58 minutes 56 secondes; son nœud occidental, sur l'équateur terrestre, est à 120 degrés 2 minutes 2 secondes à l'occident de Paris, c'est-à-dire près des îles Gallapagos, dans la mer du Sud, d'où il suit que son nœud oriental est à 59 degrés 57 minutes 55 secondes à l'orient de Paris, dans la mer des Indes. L'équateur magnétique descend au sud de l'équateur terrestre dans l'Océan Ethiopien, et s'élève au nord dans le grand Océan oriental. Ainsi, un hémisphère boréal, projeté sur l'équateur magnétique, présenterait encore un plus grand excès de terres sur l'hémisphère aquatique opposé, que n'en présente déjà un hémisphère boréal, projeté sur l'équateur terrestre, circonstance qui, jointe à la direction magnétique de plusieurs chaînes d'îles, nous fait pressentir le grand rôle qu'a dû jouer le magnétisme dans la formation du globe.

Méridiens, pôles et équateur magnétiques

Nous avons appris à connaître tous les fluides atmosphériques; nous allons considérer les mouvemens qui agitent tout cet océan de gaz et de vapeurs.

(1) Mémoires de *Humboldt* et *Biot*, sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. *Journal de physique*, frimaire an XIII, p. 249 *sqq*.

LIVRE TRENTE-HUITIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Mouvemens propres de l'Atmosphère, ou des Vents.

L'ATMOSPHÈRE éprouve des mouvemens qui en déplacent les particules dans différens sens, et qui, tous ensemble, dépendent d'une cause unique, savoir : de l'équilibre rompu, dont le rétablissement a nécessairement lieu selon les lois communes à tous les fluides. Un changement dans la température d'une colonne d'air, la transformation d'une partie des gaz atmosphériques en eau, leur congélation, en un mot, tout ce qui cause un vide, une condensation, une dilatation, et qui, par conséquent, rompt l'équilibre entre diverses parties de l'atmosphère, y produit nécessairement un déplacement rapide d'une masse d'air, un *vent* (1).

Définition des vents.

Le degré de vélocité des vents, étant la circonstance qui frappe le plus les sens, il en résulte plusieurs dénominations arbitraires, dont voici les principales :

Vélocité des vents.

Vent doux,		celui qui parcourt en	1 seconde	10 pieds.
— *moyen*.			*Id.* — —	16
— *fort* (grand vent).			*Id.* — —	24
— *impétueux* (coup de vent) . .			*Id.* — —	33
Tempête	*petite*.		*Id.* — —	43
	moyenne.		*Id.* — —	49
	forte.		*Id.* — —	54
Ouragan	*européen*.		*Id.* — —	60
	américain.		*Id.* — —	120 à 150

On ne désigne pas la direction des vents comme celle des courans maritimes, par le point du compas, où ils tendent, mais par celui d'où ils viennent; ainsi un *vent de nord* est directement opposé à un *courant nord*.

(1) *D'Alembert*, Recherches sur la cause générale des vents; Paris, 1754; *de la Coudraye*, Théorie des vents et des ondes, couronnée à Copenhague en 1786; Halley, *Account of the trade-winds and moussons*, dans les Transactions philosophiques, n° 183; Forrest, *Treatise on the moussons*. Londres, 1783. *Dampier*, Traité des vents.

Nous distinguons sous le rapport de la durée, les vents *constants* des vents *variables*, et sous le rapport de l'étendue, les vents *généraux* des *partiels*. Genres des vents.

Il y a deux mouvemens généraux et constans dans l'atmosphère : l'un règne dans la zone torride et porte l'air, relativement à la terre, à l'occident, dans un sens conforme à celui du mouvement général des mers ; l'autre, qui se fait surtout sentir dans les zones tempérées, et qui amène l'air polaire vers l'équateur : ce dernier mouvement produit donc deux courans ou effluves polaires, semblables à ceux que nous avons déjà observés dans les mers.

Considérons d'abord le mouvement équatoréal de l'atmosphère, qui produit les *vents alizés* ou le vent constant d'est, qui souffle dans la zone torride. Ces vents ont probablement pour cause première, la dilatation qu'éprouve l'air par l'action de la chaleur ; car il est évident que la chaleur du soleil (que nous supposons dans le plan de l'équateur) raréfie les colonnes d'air et les élève au-dessus de leur niveau ; d'où il résulte qu'elles doivent, nécessairement, ou se dissiper dans les espaces célestes, ou retomber par leurs poids et se porter vers les pôles, dans les parties supérieures de l'atmosphère. Mais dans le même temps, il doit survenir un nouvel air frais, qui, arrivant des régions polaires, vient remplacer celui qui a été raréfié à l'équateur. Il se formera deux courans d'air opposés, l'un, dans la partie inférieure, d'autre dans la partie supérieure de l'atmosphère. Or, la vitesse réelle dont chaque molécule d'air est animée, due à la rotation de la terre, doit être d'autant plus petite, qu'elle est plus près des pôles : d'où il résulte que l'air circompolaire, en s'avançant vers l'équateur, et en conservant, pendant un espace de temps, sa vitesse primitive, doit tourner avec plus de lenteur que les parties correspondantes de la terre ; les corps, situés à la surface de la terre, doivent donc le choquer avec l'excès de leur vitesse, et en éprouver par sa réaction, une résistance opposée à Cause du vent constant d'est.

leur mouvement de rotation. Ainsi, pour l'observateur qui se croit en repos, l'air paraît se mouvoir dans un sens directement contraire à celui de la rotation du globe, c'est-à-dire, d'orient en occident.

Modifications du vent constant d'est.

Les différentes positions du soleil dans les diverses saisons, produiront dans ces mouvemens de l'atmosphère, des modifications dont nous indiquerons la marche générale. Lorsque le soleil passe du côté du pôle boréal, en avril, mai et juin, l'atmosphère de cet hémisphère est dilatée proportionnellement depuis l'équateur jusqu'au pôle. Cet air s'élevera donc, et le vide causé par sa raréfaction dans les couches inférieures, sera rempli par un courant polaire. On aura dans cette saison un vent du nord; mais ce vent du nord, à une certaine latitude, par exemple, à 30 degrés, rencontrera le vent général d'est; s'il le rencontre sous un angle droit, il se fera un mouvement composé, et on aura le vent de nord-ouest. Le soleil, arrivé au solstice d'été, échauffera plus ou moins toutes les parties de l'hémisphère boréal, et cette chaleur s'y soutiendra quelque temps : c'est pourquoi il nous viendra moins de vents de nord en juillet et en août. Mais l'astre du jour rétrograde; l'air polaire se refroidit et se condense de nouveau; l'atmosphère équatoréale se dilate de plus en plus. Le vent général du nord recommencera donc en septembre et octobre. Ce vent augmentera de plus en plus, à mesure que le soleil s'éloignera de nous, et s'approchera du solstice d'hiver. Il y aura un terme où la condensation de l'air au nord de l'équateur et la dilatation de celui de l'hémisphère austral s'arrêteront : alors il régnera dans toute l'atmosphère un équilibre, plus ou moins parfait; ce sont les jours alcyoniens.

Ces mêmes phénomènes, dans le sens inverse, doivent avoir lieu dans l'hémisphère austral. Il régnerait donc sur tout le globe des vents équatoréaux et des vents polaires réguliers, si ces mouvemens généraux n'étaient pas contrariés et détournés par une infinité de causes. N'avons-nous pas vu que des variations semblables influent sur les

courans aquatiques ? Or, l'atmosphère étant un fluide infiniment plus subtil, et en même temps moins homogène que l'eau, il n'est point étonnant qu'elle soit plus sensible à la moindre impulsion, et plus sujette à des changemens inattendus.

Les inégalités de la surface terrestre, et la diversité des sols, influent certainement beaucoup sur la constitution de l'atmosphère. Là s'élèvent des montagnes couvertes de neiges éternelles ; l'air ne peut donc y éprouver la même dilatation que dans les vallées : ici s'étendent des sables brûlans ou des forêts, des marais, des savannes qui exhalent divers gaz inflammables : ailleurs ce sont de grands bassins d'eau, entourés et coupés irrégulièrement par les terres. Il y aura donc dans l'air des condensations et des dilatations relatives et partielles : c'est ce qui produit les *brises* de mer, de terre, et les *brises* de montagnes. Ces changemens se feront différemment en été et en hiver, le jour et la nuit. Il y aura donc des brises de matin et de soir ; ce sont ces *aurœ matinales*, ces zéphirs, dont l'haleine rafraîchissante nous ranime dans la saison chaude. Causes des vents variables.

Ces brises alternatives se font sentir, même à des latitudes très-élevées, comme, par exemple, à Berghen en Norvége. Les îles de la mer du Sud, nonobstant leur petite circonférence, attirent pendant le jour tellement vers elles le vent général d'est, qu'il les embrasse, pour ainsi dire, de toutes parts, et souffle de tous les points du compas vers le sommet central de l'île. La nuit venue, l'air reflue de ce centre vers la mer dans toutes les directions. Cette belle observation de *Forster* jette un grand jour sur la théorie des vents. Brises de mer et de terre.

Enfin, les chaînes des montagnes peuvent arrêter les vents dans la partie inférieure de l'atmosphère, ou les détourner de leur marche directe, quelquefois leur donner plus d'impétuosité, comme les courans de mer acquièrent plus de force dans les détroits et auprès des promontoires. Ces mouvemens violens de l'air arrêté par un obstacle, ont surtout rendu fameux le Cap Horn, le Cap de Bonne-

Espérance, et le Cap Sud de la terre de Diémen, ainsi que le détroit de Babel-Mandel en Arabie, la *Bouche-du-Dragon* en Amérique, sans en nommer d'autres.

Vents de nature particulière.

Les exhalaisons du sol communiquent aux vents leur nature particulière. Ainsi, le *Samoum*, en Arabie, porte beaucoup de gaz nitreux; le *Harmattan*, en Guinée, beaucoup d'oxigène; le *Chamsin*, en Egypte, beaucoup d'azote.

Influence de la lune.

Les positions de la lune peuvent influer sur les vents, en produisant dans l'atmosphère une espèce de flux et reflux : mais nous ne croyons nullement que ce soit l'action immédiate de l'attraction lunaire qui excite ces oscillations : cette action immédiate, dans un fluide aussi subtil, est extrêmement passagère, et à peu près nulle, quant à l'effet; c'est plutôt l'Océan qui réagit sur l'atmosphère. En général, les mouvemens de la mer doivent influer beaucoup sur ceux de l'air. C'est du sein de la mer que se développent, en grande partie, les principes constituans de l'air atmosphérique : ces parties auront donc une vitesse proportionnée à celle des particules aquatiques dont elles viennent de se dégager.

Les nuages, en interceptant ou en condensant les rayons du soleil; la pluie ordinaire, par son action refroidissante; la végétation, en absorbant beaucoup d'air; la décomposition des matières animales et végétales, peuvent contribuer à la formation des vents locaux.

Ouragans.

Les *ouragans* sont probablement d'origine électrique. Au moment où l'étincelle électrique combine le gaz hydrogène avec le gaz oxigène pour produire la pluie d'orage, il se fait probablement une combustion d'une assez considérable quantité de gaz hydrogène; ce qui fait une chute subite de pluie ou de grêle : donc il y aura un vide très-grand, dans lequel l'air ambiant se précipitera avec une étonnante rapidité, et quelquefois selon les directions les plus opposées.

Les Antilles, les îles de France et de Réunion, le royaume de Siam et la Chine, sont les pays où les ouragans

gans exercent le plus souvent leurs ravages. Les ouragans de l'Europe ne sont nullement comparables à ceux des pays plus méridionaux, et généralement parlant, ce sont plus souvent des *tournans d'air* occasionnés par la rencontre de deux vents contraires. Dans un vrai ouragan, tous les élémens semblent s'armer et se liguer pour la destruction de la nature. Les foudres se croisent, le tonnerre mugit sans interruption, la pluie se précipite par torrens. La vélocité du vent surpasse de beaucoup celle d'un boulet de canon et celle de la poudre renfermée; il balaie tout, moissons, vignes, cannes à sucre, forêts et maisons; on dirait qu'on a rasé le terrain par où il a passé. Il commence de diverses manières : quelquefois c'est un petit nuage noir qui se montre sur le sommet d'une montagne; dans le même instant où il semble s'asseoir sur la montagne, il en descend les côtes, roule, s'étend et couvre tout l'horizon; d'autres fois, l'orage s'avance sous la forme d'une nuée couleur de feu, qui se montre subitement sur un ciel calme et serein (1).

La *trombe* ou le *siphon* est un phénomène non moins dangereux. On en distingue de terrestres et de maritimes; il vaudrait mieux les diviser en *trombes d'air* et *trombes aqueuses*. Cette dernière se présente ordinairement de la manière que nous allons décrire. Au-dessous d'un nuage épais, la mer s'agite de mouvemens violens; les flots s'élancent avec rapidité vers le centre de la masse d'eau agitée; y étant arrivés, ils sont dispersés en vapeurs aqueuses, et s'élèvent en tourbillonnant, suivant une spirale, vers le nuage. Cette colonne conique et ascendante est rencontrée par une autre colonne descendante qui, du centre de la nue, se penche vers celle marine et s'y réunit. Souvent la colonne marine a 50 à 80 toises de diamètre près la base; mais toutes les deux elles s'amincissent vers le milieu, où est leur point de réunion; et là, elles n'ont que deux ou trois pieds de diamètre. Toute la

Trombes ou siphons.

(1) *Voigt*, Magasin de physique, VII, 36-40 (en all.). Comp. Encyclopédie méthodique, Marine tome III, partie 2e, p. 813 *sqq*.

colonne se présente comme un cylindre creux, ou comme un tube de verre vide à l'intérieur. Elle glisse sur la mer, sans qu'on s'aperçoive d'aucun vent; on en a vu plusieurs ensemble qui suivaient des directions différentes. Lorsque la nue et la base marine de la trombe ne se meuvent pas avec une vitesse égale, il arrive de voir la trombe se pencher, se courber même, et à la fin se déchirer. Alors on entend un bruit comme celui d'une cascade qui roulerait dans une vallée profonde. Souvent des foudres sortent du sein même de la trombe, surtout dans le moment où elle se brise; mais on n'entend pas le tonnerre (1). Les physiciens expliquent ce phénomène de la manière suivante. Deux vents se rencontrent; il existe un tourbillon; un nuage qui se trouve entre ces deux vents, est condensé en forme conique, et tourné circulairement avec rapidité. Cette rotation anime toutes les particules de la nue d'un mouvement centrifuge; elle se précipite vers les parois extérieures; il existe un vide dans l'intérieur, autour de l'axe du cône. L'eau, et tout autre corps qui se trouve au-dessous de ce vide, y est entraîné par l'effet de la pesanteur qui cherche à se mettre en équilibre.

Causes des trombes.

Après avoir considéré les causes générales des vents, et celles qui en modifient les effets, suivons maintenant la trace de ceux d'entre ces mouvemens atmosphériques, qui, par leur régularité et leur généralité, intéressent le plus la géographie.

Vent alizé dans l'Océan Atlantique.

Dans l'Océan Atlantique, le vent général d'est, nommé vent alizé, règne, selon que le soleil est dans l'un ou dans l'autre hémisphère, jusqu'à 28 ou jusqu'à 32 degrés. Sur les côtes nord-est de l'Amérique, ce vent s'étend jusqu'à 40 degrés. On voit déjà, par cet exemple, que les courans atmosphériques, comme ceux de la mer, s'élargissent toujours à mesure qu'ils s'avancent; d'un autre côté, les vents d'est, comme le mouvement des mers à l'ouest, ne

(1) Voyages de *Dampier*, *Thévenot*, *Le Gentil*, etc., Encyclopédie méthod. Marine, tome III, partie 2e, p. 791. *Forster*, Observations de géographie-physique, p. 93 (en all.).

peuvent commencer à se faire sentir vigoureusement qu'à une certaine distance du continent oriental, c'est-à-dire, de leur point de départ. La même circonstance a lieu dans l'Océan Éthiopien, où le vent d'est s'étend également de quelques degrés de plus aux côtes du Brésil, que près le Cap de Bonne-Espérance. Ces vents d'est, recevant toujours le choc des deux courans atmosphériques polaires, sous un angle plus ou moins droit, se changent en *nord-est* dans l'hémisphère boréal, et en sud-est dans l'hémisphère austral. Mais à mesure qu'on s'approche des côtes d'Amérique, le vent général d'est prend de la force, surmonte l'effet des courans polaires, et suit plus ou moins sa direction propre, savoir, de l'est à l'ouest.

Vents du golfe de Guinée.

Il règne sur les côtes de la Guinée, surtout depuis Sierra-Léone jusqu'à l'île de Saint-Etienne, sur une étendue de 500 lieues de côtes, des vents de sud et de sud-ouest. Il tourne d'autant plus au sud-ouest et à l'ouest, qu'on se rapproche de la terre. Lorsqu'on ajoute à cette circonstance le fait constant qu'il règne quelquefois dans la Guinée un vent d'est d'une extrême violence, il est permis de regarder ces deux mouvemens comme ayant une liaison directe; les vents de sud et de sud-ouest ne seront que des effluves partiels du vent alizé général, qui sont attirés sur le vaste continent de l'Afrique, où l'air est prodigieusement raréfié par l'action des rayons solaires répercutés par des sables brûlans. Mais comme cependant le vent général d'est doit quelquefois se faire sentir dans l'intérieur de ce continent, il arrive que cette grande masse d'air accumulée et condensée sur le plateau central de l'Afrique, fait de temps en temps des sorties violentes.

Région des calmes.

Sur les confins des deux vents alizés de l'Océan occidental, entre les 4° et 10° degrés de latitude nord, et les 33° et 365° degrés de longitude (de l'île de Fer), il y a un trajet de mer où les navigateurs éprouvent des calmes perpétuels, accompagnés d'une chaleur suffoquante, de coups de tonnerre et d'éclairs terribles; enfin des pluies si fréquentes et si abondantes, que l'on a appelé ces parages la

Mer de Pluie. Les petits vents qui s'y rencontrent ne sont que des bouffées subites de peu de durée, et qui s'étendent très-peu; de sorte que quelquefois chaque heure donne un vent différent, qui dégénère en calme avant qu'un autre ne lui succède.

Les calmes règnent également sur les limites du vent alizé et des vents variables; mais ils y sont bientôt détruits par des coups de vents et par des *travades* ou *tornados*.

Travades.

C'est après avoir observé cet état habituel de l'atmosphère, qu'on a pu fixer des règles certaines pour la navigation en Amérique. On cherche toujours à gagner le sud et les latitudes voisines du tropique, parce que là on est sûr de trouver un vent frais d'est ou de nord-est qui, joint aux courans, vous pousse rapidement vers l'Amérique. Pour revenir en Europe, on cherche à gagner au moins les 30 degrés de latitude, parce que c'est là où les vents commencent à devenir variables; ils sont cependant le plus souvent au sud-ouest.

Vents alizés du grand-Océan.

Dans le *grand-Océan* ou la mer Pacifique, nous retrouvons le mouvement général de l'atmosphère de l'orient en occident, modifié par les deux courans polaires. La vaste étendue de cette mer permet à l'atmosphère de développer régulièrement ses mouvemens naturels. Les vents alizés de nord-est et de sud-est sont si constans et si forts dans cette mer, que s'il y avait un détroit à la place de l'isthme de Panama, on irait beaucoup plus vite à la Chine par l'ouest que par l'est. Ces mouvemens partent de l'Amérique et de la chaîne des Andes; ils sont donc plus faibles et ont moins d'étendue sur les côtes de l'Amérique, où ils ne commencent que vers les tropiques et même en-dedans de ces cercles. Sur les côtes opposées de l'Asie et des terres Australes, ils s'étendent jusques au quarantième parallèle. Les Espagnols, pour aller d'Acapulco aux Philippines, ne font que de se laisser entraîner par les vents et les courans, qui les poussent en ligne droite et en fort peu de temps au lieu de leur destination; voilà pourquoi, en navigant pendant si long-temps sur cet Océan, ils n'ont dé-

couvert que très-peu de ces terres australes, dont ils n'étoient cependant pas très-éloignés. Pour retourner en Mexique, ils remontent jusques au Japon, d'où ils se dirigent sur les côtes nord-ouest de la Californie. C'est à la foiblesse du courant polaire boréal, tant aérien qu'aquatique, qu'il faut attribuer cette grande étendue des vents alizés; comme c'est la force supérieure des courans polaires du sud, qui fait régner les vents du sud le long des côtes du Pérou.

Moussons ou vents sémestriaux de la mer des Indes.

Ce n'est que dans l'*Océan Indien* que les fameuses *moussons* ou vents de semestre semblent détruire l'uniformité du mouvement général de l'atmosphère, quoique sans doute ils y pourraient être ramenés, si l'on connaissait toutes les circonstances qui y influent. Voici d'abord les faits. Depuis le 10e degré de latitude sud, jusqu'au tropique du Capricorne, et au-delà, le vent général alizé d'est ou de sud-est règne sur l'Océan Indien. Il s'étend quelquefois en été jusqu'aux 2e et 3e degrés de latitude sud. Passé le 10e degré commencent les *moussons* (1) ou les vents périodiques de six mois. Au nord de l'équateur il règne, depuis avril jusqu'en octobre, un violent vent de *sud-ouest*, accompagné de tempêtes, d'orages et de pluies; dans les autres six mois il souffle, de *nord-est*, un vent doux et agréable. Entre le 2e et le 12e parallèles de latitude, les vents soufflent généralement, dans le semestre hivernal, de *nord-ouest*; et dans l'été, de *sud-ouest* (2).

Ainsi, dans l'hiver, la constitution atmosphérique offre ces élémens principaux : vents de nord-est, au nord de la ligne; vents de nord-ouest, au sud de la ligne jusqu'au 10e parallèle; enfin, vent alizé d'est et de sud-est. Dans l'été, les phénomènes sont moins contradictoires : vents de sud-ouest, depuis le 10e parallèle jusqu'aux extrémités septentrionales; vents alizés, au sud du 10e parallèle.

(1) D'un mot malaïque, *moussin*, c'est-à-dire, saison. (2) *Moores Pratical navigation*, 12e édit. Londres, 1796, p. 124 et suiv.

Variations des moussons.

Ces dispositions générales subissent des variations déterminées par la configuration et l'élévation des côtes, par les détroits et les courans de mer. Les deux moussons de nord-est et de sud-ouest sont plus faibles, plus variables dans le golfe du Bengale, et plus constantes, plus violentes dans le golfe d'Arabie. Ces deux moussons s'étendent également plus en largeur vers l'ouest, car elles dominent sur tout le trajet de mer qui est entre l'Afrique et l'île de Madagascar. Dans les parages entre la Chine, le royaume de Siam, Sumatra et l'équateur, ces moussons se font également sentir, mais elles y sont presque tout à fait *nord* et *sud*, sauf les variations locales; elles s'étendent jusqu'aux îles Philippines, et même quoique avec beaucoup d'inconstance jusqu'à celles du Japon. Les moussons entre l'équateur, l'île de Java et la Nouvelle-Guinée, sont à peu près conformes à celles de la mer de la Chine, pour la direction qui varie seulement un peu vers le nord-ouest pour la mousson de nord, et vers sud-est pour celle de sud. Mais ces moussons ne commencent que six semaines après celles des mers de la Chine.

Comment les moussons changent.

Voici encore d'autres circonstances remarquables. Les moussons ne changent, ou dans l'idiome des navigateurs, ne se brisent pas subitement; ce brisement qui a ordinairement lieu quinze jours ou quatre semaines *après les équinoxes*, s'annonce par l'affaiblissement de la mousson, par des calmes et des coups de vent qui succèdent rapidement, par des orages, des trombes, des travades et des ouragans indiens, nommés *taïfouns*, terribles surtout par les explosions de la matière électrique accumulée par la mousson. Les commencemens de la mousson subséquente sont d'abord soumis à des variations, jusqu'à ce qu'elle établisse enfin sa domination absolue.

Les navigateurs assurent qu'au sortir de la région où domine une mousson, on est sûr, toutes autres circonstances à part, de trouver un vent très-fort, très-impétueux, et directement contraire à la mousson. Ils doivent avoir observé ce phénomène avec beaucoup de soin, puisqu'il en résulte pour eux de grands dangers, par les calmes et

les tournans d'air? Ceci ne peut guère s'expliquer qu'en supposant, avec *Halley*, l'existence de deux courans, l'un supérieur formé par l'air chaud et raréfié, et l'autre inférieur, composé de la colonne d'air froide et condensée. Cette hypothèse devient presque une vérité constatée, par l'observation du peu d'élévation qu'ont les moussons; ce dont on voit la preuve évidente dans la presqu'île en-deçà du Gange, où les moussons sont arrêtées pendant plusieurs mois par la chaîne des monts Gates, laquelle cependant n'est pas prodigieusement haute; de sorte que la côte de Coromandel et celle de Malabar ont toujours leurs saisons sèches et pluvieuses dans les temps opposés de l'année. Doubles vents.

D'après l'exposé précédent, c'est la seule *mousson de sud-ouest* qui offre un phénomène décidément contraire au mouvement général de l'atmosphère; car la mousson de nord-est y est conforme; et les vents de nord-ouest, au sud de la ligne, paraissent ne pas être parfaitement constans, et pourraient ne provenir que d'un mouvement composé, ou d'un courant d'air supérieur. Quelle est l'origine de ce vent semestral qui, pendant l'été, souffle de sud et de sud-ouest sur tout l'Océan indien? Cette question a exercé la sagacité des géographes-physiciens. Voici l'explication dont *Halley* a posé les bases, et qui nous a paru la plus probable.

Les moussons changent toujours quelque temps après les équinoxes; elles soufflent constamment vers l'hémisphère où est le soleil. Donc l'action de cet astre sur l'atmosphère en est visiblement une des causes. Lorsque ses rayons réfléchis des monts du Thibet, brûlent les plaines du Bengale et les vallées du royaume de Siam, en y raréfiant et dissipant l'atmosphère, l'air froid des régions du sud polaire y est violemment attiré. L'action du soleil est secondée par le courant aquatique, qui, des mers polaires australes, vient dominer dans celles des Indes. Ce courant doit apporter une colonne de vapeurs qui se dégagent continuel- Explication générale des moussons.

(2) *Deluc*, Modifications de l'atmosphère, n° 730. *Muschenbroek*, Essai de physique, II, 879.

lement à sa surface. Ajoutons-y l'absence d'un courant aquatique du nord; l'on peut même croire que les montagnes du Thibet, et tout le plateau central de l'Asie, conservent et arrêtent l'air froid qui pourrait se porter de la Sibérie vers l'Inde.

Mais, pourquoi ce vent polaire ne règne-t-il point au sud de l'équateur? Par la même raison qui y rend peu sensible le courant polaire aquatique. Le mouvement général de l'Océan, n'étant ici arrêté par aucun obstacle, a trop de force pour être modifié par le courant polaire. La même chose arrive dans l'atmosphère toujours intimement unie à l'Océan, qui sans cesse la modifie et l'alimente. Mais à mesure qu'on laisse la Nouvelle-Hollande entre soi et l'Océan Pacifique, il est évident que le mouvement général de la mer des Indes est abandonné à ses propres forces, et ces forces sont bientôt vaincues par le courant polaire qui, long-temps détourné ou plutôt caché par le mouvement général des mers, reparaît dans toute son énergie. La colonne d'eau polaire remplit alors l'atmosphère des particules froides, qui, par leur pesanteur, déterminent toute la masse de l'atmosphère à se porter vers l'équateur avec plus de force et plus directement qu'elle n'aurait fait sans cela. Au reste, il pourrait aussi y avoir des courans supérieurs dans l'atmosphère, qui descendissent vers la terre aux limites où commencent les moussons.

Explication des circonstances particulières.

Du côté de l'ouest, les montagnes de Lupata, en Afrique, et celles de Madagascar, peuvent et doivent même concourir à fournir l'air nébuleux et orageux pour la mousson du sud-ouest, qui, pour cette raison, commence de ce côté déjà dans le canal de Mozambique. Peut-être des montagnes dans l'intérieur de la Nouvelle-Hollande, exercent du côté d'est une influence semblable.

Le soleil passant dans l'hémisphère austral, la mousson change de direction; la masse d'air, concentrée pendant l'été sur le plateau central de l'Asie, s'ébranle en se portant vers les régions au sud de l'équateur, où l'atmosphère a été dilatée et dissipée par la chaleur solaire. Cette mousson

vient de nord-est pour la plus grande partie de la mer des Indes, parce qu'elle a le plateau central au nord-est. La mer de la Chine et les parages de Bornéo, de la Nouvelle-Guinée, de Java, ayant le centre de l'Asie au nord et au nord-ouest, la mousson leur arrive de ces points du compas. Elle leur vient dans une progression lente, à cause de nombreuses îles dont les montagnes élevées l'arrêtent et la détournent. La mousson nord-est est douce et agréable, parce que la masse d'air, concentrée sur le plateau central de l'Asie, pendant l'été, avait originairement passé par la zone torride, et était ensuite restée exposée à l'action du soleil, vers les temps du solstice : ce qui lui a enlevé le froid et la nébulosité, qu'autrement elle aurait pu acquérir par le contact avec l'atmosphère Sibérienne. Il paraît possible que cette mousson de nord-est rencontre vers le 2e ou 3e degré de latitude sud un reste de la mousson précédente ; ce reste est peut-être entretenu par les montagnes de l'Afrique, de Madagascar et de la Nouvelle-Hollande ; car l'air froid de ces montagnes n'est pas sollicité de se porter vers le pôle du sud, et n'a donc aucun autre débouché que celui vers l'équateur. Il s'ensuivrait de ce choc direct, de la nouvelle et de l'ancienne mousson, un mouvement composé, qui produirait ces vents de nord-ouest très-communs entre l'équateur et le dixième parallèle austral, pendant tout le temps que dure la mousson de nord-est.

L'une et l'autre mousson sont plus fortes dans le golfe Arabique, parce que cette masse d'eau très-resserrée, et peu profonde, n'a d'elle-même que des courans superficiels qui ne peuvent résister à l'action des vents.

C'est ainsi que toutes les irrégularités que présentent les vents affectés à un lieu ou à une région du globe, ne soient que les effets combinés des courans aériens généraux, des brises partielles, du mouvement apparent du soleil et de l'exposition des montagnes. Conséquence générale.

Le lecteur qui nous a suivi dans ces détails arides, mais indispensables, voudrait peut-être qu'on le récom-

pensât en lui retraçant le tableau des effets utiles ou agréables de tous ces vents, dont nous venons d'indiquer les routes. Devons-nous nous arrêter à redire des choses si connues? Les vents, on le sait, purifient l'atmosphère, en y entretenant une agitation perpétuelle; ils dissipent les miasmes qu'exhalent les marais et les eaux stagnantes; ils soulèvent et transportent les nuages destinés à fertiliser la terre au moyen de la pluie. Des millions de graines végétales, pourvues de petites aigrettes, voltigent sur l'aile des vents, et répandent au loin l'empire de la végétation. L'homme a su se faire du vent un lévier, qui, appliqué aux moulins, nous épargne un travail immense. Si l'Océan est le grand chemin du globe, les vents sont les infatigables coursiers qui portent rapidement nos vaisseaux d'un pôle à l'autre. En ne considérant les vents que sous les rapports pittoresques, combien de jouissances ne procurent-ils pas à celui qui aime le grand spectacle de la nature, surtout aux habitans des montagnes! Tantôt les vents étendent sur toutes les vallées un rideau de nuages, qui laisse apercevoir les sommets des Alpes lointaines comme autant d'îles disséminées dans un Océan; tantôt déchirant en partie ce rideau, ils nous ouvrent tout à coup les perspectives les plus étonnantes, où les jours les plus vifs forment un heureux contraste avec les ombres voisines. C'est aux coups de vents que le peintre et le voyageur doivent les vues les plus singulières qui peuvent s'offrir à leurs regards. Dans les soirées d'été, et surtout d'automne, ce sont les vents qui, en accumulant et modelant de longues traînées de nuages, créent et détruisent devant nos yeux ces paysages fugitifs, ces montagnes aériennes que colorent les feux du soleil couchant.

Utilité et agrément des vents.

L'atmosphère éprouve encore diverses modifications relatives à sa température locale ou au *climat physique*. Ces modifications vont faire le sujet du Livre suivant.

LIVRE TRENTE-NEUVIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Température locale de l'Atmosphère ou des Climats physiques.

Aucune partie de la Géographie-physique n'a été plus généralement livrée à l'empire de la routine et des préjugés que celle où l'on traite des causes des climats physiques. On a long-temps considéré le soleil comme la source unique de la température que nous éprouvons dans les diverses régions de la terre ; les influences qu'on accordait aux vents n'ont été déterminées qu'après quelques observations locales, faites par Hippocrate, en Grèce ou dans les contrées voisines. Pour que cette partie de la physique terrestre ait pu être approfondie, il a fallu que des nations civilisées non seulement eussent envoyé des voyageurs près des pôles et sous l'équateur, mais encore qu'elles y eussent formé des établissemens stables. C'est en réunissant sous des points de vue généraux les résultats des observations locales, réservées pour nos descriptions spéciales, que nous essayerons de tracer ici une esquisse de *climatologie*, conforme à l'état actuel des sciences.

Le climat physique comprend la chaleur, le froid, la sécheresse, l'humidité et la salubrité dont jouit un endroit quelconque sur le globe. Climat physique.

Les causes du climat physique sont au nombre de *neuf*; les voici : 1° l'action du soleil sur l'atmosphère ; 2° la température intérieure du globe ; 3° l'élévation du terrain au-dessus du niveau de l'Océan ; 4° la pente générale du terrain et ses expositions locales ; 5° la position de ses montagnes relativement aux points cardinaux ; 6° le voisinage des grandes mers et leur situation relative ; 7° la nature géologique du sol ; 8° le degré de Ses causes.

culture et de population auquel un pays est parvenu ; 9° les vents qui y règnent.

L'air ne paraît pas acquérir, immédiatement par le passage des rayons solaires, un degré considérable de chaleur. C'est ce qui prouve le refroidissement successif des différentes couches d'air observé sur toutes les montagnes (1). La distinction entre le *calorique libre* qui échauffe les molécules, et le *calorique latent* qui seulement les dilate (2), nous fait concevoir que l'air supérieur, plus dégagé des vapeurs et moins comprimé, doit laisser passer plus librement les rayons calorifiques ; qu'au contraire, plus l'air est condensé, et plus les rayons seront arrêtés, repoussés et réfléchis en plusieurs sens ; le choc des deux fluides sera plus vif ; et c'est probablement d'un choc semblable que provient le dégagement du calorique latent, principale cause de la chaleur sensible de notre atmosphère.

Calorique libre et latent.

Mais ce qui surtout contribue à échauffer l'air inférieur, c'est la réflexion des rayons qui viennent se heurter contre la terre, et qui, renvoyés vers l'atmosphère, s'y arrêtent dans la partie inférieure, emprisonnés pour ainsi dire au milieu des vapeurs aqueuses dont elle est chargée. Cette réflexion accumule nécessairement le calorique dans certaines régions voisines de la surface terrestre. Nous ne pouvons exposer ici la théorie du calorique considéré comme un corps rayonnant, théorie récemment développée (3) ; mais il suffit à notre but d'observer cette chaleur extraordinaire qui souvent règne entre deux côtes de la même montagne, tandis que la plaine voisine n'est que médiocrement échauffée.

Réflexion du calorique.

Le degré de la chaleur solaire immédiate est déterminé par quatre causes (4). La première est la distance du soleil

(1) *Deluc*, Modifications de l'atmosphère, II, § 797 *sqq.*

(2) *Laplace* et *Lavoisier*, Mémoire sur le calorique latent, dans les *Mémoires de l'académie des sciences*, 1780, p. 388.

(3) *Prevost*, Théorie du calorique rayonnant. Genève, 1809.

(4) *Mairan*, Mém. de l'académie des sciences, 1719 et 1765. *Bouguer*, sur la gradation de la lumière. *Bergmann*, Géogr.-Phys. § 140.

à la terre; si l'on prend la distance moyenne égale à 10,000, celle qui a lieu au solstice d'été se trouve égale à 10,166, et celle du solstice d'hiver égale à 9,833; le rapport est à peu près comme 30 à 29. La quantité des rayons tombant sur le même plan, étant comme les carrés des distances, leurs rapports seront comme 841 à 900 ou comme 1 à 1 1/14. Ainsi la quantité des régions solaires que le globe reçoit en général, en hiver, est plus grande que celle qu'il en reçoit en été. La seconde cause que nous avons à considérer, est la direction plus ou moins oblique dans laquelle les rayons frappent la terre; ce qui dépend de la hauteur du soleil dans l'écliptique. Plus le rayon tombe directement, plus il a de force, et, en même temps, il en tombe plus sur une étendue donnée. Fatio, en considérant la perpendicularité des rayons qui leur donne une plus grande force, estime que, toute autre cause à part, la chaleur de l'été à celle de l'hiver devait être comme 9 à 1. Mais ces calculs supposent la surface de la terre exactement sphérique, sans la moindre pente locale. La troisième circonstance à considérer, est la durée du jour ou la longueur de l'arc semi-diurne que le soleil décrit. La continuité augmente l'effet, et les courtes nuits ne laissent évaporer qu'une petite quantité de la chaleur acquise. Enfin, la quatrième cause qui modifie la chaleur solaire, est la réfraction que doivent éprouver les rayons en passant par plus ou moins de couches d'atmosphère. Bouguer a calculé que sur 10,000 rayons, il en parvient à un point donné 8,123, s'ils arrivent perpendiculairement; 7,624 si l'angle de direction est de 50 degrés; 2,031 s'il est de sept degrés; et seulement 5 si la direction est horizontale.

Causes qui modifient la chaleur solaire immédiate.

La chaleur solaire, distribuée d'après ces quatre principes, serait absolument différente de celle que nous éprouvons réellement. Au solstice d'été, on aura sous l'équateur, 20 degrés du thermomètre de Réaumur; à Paris, 36; sous le cercle polaire, 68; et sous le parallèle de 74 degrés de latitude, on éprouverait la chaleur épou-

vantable de 80 degrés de Réaumur; elle diminuerait ensuite vers les pôles. Au solstice d'hiver, le froid serait également distribué d'une manière tout à fait contraire à l'expérience. Ainsi, nous ne pouvons douter que l'action directe et immédiate des rayons du soleil ne détermine pas à elle seule les climats physiques.

Chaleur intérieure du globe.

On a cherché la cause des climats dans la *chaleur intérieure* et constante du globe, qui paraît être assez généralement de 10 degrés de Réaumur, au-dessus de 0. Cette chaleur n'est point l'effet d'un feu central; un tel feu pourrait sans doute exister dans le sein du globe, puisqu'il y a des cavités remplies d'air; mais il devrait agir bien plus fortement et avec plus d'uniformité. On devrait en ressentir l'influence bienfaisante vers les pôles, comme sous l'équateur. Toutes les sources profondes devraient être chaudes. *Romé de l'Isle*, dans son ouvrage sur la chaleur du globe, a réfuté tous les faux raisonnemens par lesquels Buffon et Bailly s'étaient fait illusion à eux-mêmes. L'idée la plus vraie qu'on puisse se former de la température intérieure du globe, c'est de la regarder comme le résultat de différens degrés de chaleur qu'il peut avoir acquis par l'action successive du soleil, et qui se sont accumulés pendant la suite des siècles, autant que la densité du globe le comportait, et autant que l'énergie des rayons solaires y suffisait. Le globe ayant une fois acquis ce fond de chaleur, qui s'est uniformément répandu dans toutes ses parties, la température variable de nos étés et de nos hivers ne peut plus produire de changement dans son intérieur. Mais si on supposait des fermentations locales dans l'intérieur, elles pourraient influer sur la température extérieure. Il se peut aussi que diverses espèces de sols transmettent avec plus de facilité que d'autres la chaleur intérieure. Enfin, les observations ayant démontré que la température intérieure des lacs et des mers est beaucoup au-dessous de celle des continens, il en résulte que l'atmosphère qui est en contact avec ces masses d'eau, doit constamment être moins

Feu central.

échauffée dans l'été qu'elle ne le serait sans cette circonstance (1).

Élévation du terrain.

Avec l'*élévation* du terrain le froid augmente dans une progression très-rapide. Il est superflu d'en citer des exemples. Qui ne sait pas que l'hiver règne encore sur les Alpes et les Pyrénées, quand les fleurs du printemps couvrent les plaines de la France septentrionale? Cette disposition bienfaisante de la nature étend considérablement le nombre des pays habitables dans la zone torride. Il est probable que derrière les plages brûlantes de la Guinée, il existe au centre de l'Afrique des contrées qui jouissent d'une température heureuse; comme on voit la vallée printanière de Quito, située sous la même latitude que ces funestes côtes de la Guyane française, où la chaleur humide entretient l'éternel germe des maladies. D'un autre côté, c'est l'élévation continuelle du terrain qui, dans l'Asie centrale, étend la région froide jusqu'au 35e parallèle de latitude, de sorte qu'en montant du Bengale au Thibet, on se croit en peu de jours transporté de l'équateur sous le pôle.

Exposition générale et locale.

L'*exposition* générale doit être distinguée de l'exposition locale. La France occidentale, par exemple, a l'exposition générale vers le coucher d'équinoxe; et cependant la vallée de l'Allier est exposée au nord; celle de la Mayenne au sud; celle de l'Oust en Bretagne, au sud-est. Ainsi, la pente générale d'une grande contrée n'exclut aucune des pentes locales les plus opposées. Cependant on peut admettre, comme un principe général, que la somme positive de toutes les expositions locales, est dans le même sens que l'exposition générale. Ce principe ne peut s'appliquer qu'à de grandes étendues, comme, par exemple, au bassin total d'une rivière.

Effets de l'exposition.

Tout le monde sait de quel effet, pour la température, est l'exposition d'un terrain relativement au soleil. Un coteau incliné de 45 degrés vers le midi, le soleil étant

(1) Voyez les auteurs cités par *Delamétherie*, Théorie de la terre, III, §§ 755-756, etc., etc.

élevé de 45 degrés, reçoit les rayons solaires sous un angle direct, tandis que, sur une plaine, ces mêmes rayons frappent le sol sous un angle plus obtus de 45 degrés, c'est-à-dire, avec un quart de moins d'énergie; et le coteau incliné au nord de 45 degrés seulement, sera frappé des rayons solaires sous un angle de 90 degrés, c'est-à-dire, dans une direction qui le fait glisser le long de la surface. Si le terrain est encore plus incliné au nord, il ne recevra aucun rayon, et restera constamment dans l'ombre. Ces différences déjà sensibles dans les pays de collines, deviennent énormes dans les contrées couvertes de hautes montagnes. C'est ainsi que dans le Valais on voit les Alpes d'un côté couvertes de glaces éternelles, tandis que les vignobles et les vergers ornent les coteaux opposés de tous les charmes de la fécondité.

Il y a encore une autre circonstance à observer. L'angle d'incidence des rayons solaires est bien déterminé, pour un moment donné du jour, par l'exposition d'un terrain; mais il varie aussi avec la marche diurne du soleil. Le coteau qui le matin recevait les rayons solaires sous un angle direct, les reçoit déjà plus obliquement à midi; et peut-être les rayons de l'après-midi ne feront-ils que glisser sur la surface de ce terrain. Il arrive précisément le contraire avec les coteaux exposés au couchant. Ceci a des conséquences très-remarquables que nous allons indiquer.

Toute *exposition occidentale* (depuis sud-ouest à nord-ouest) doit être plus chaude que l'exposition orientale correspondante, toutes autres choses étant égales; car les rayons du matin, qui frappent directement les coteaux exposés au levant, ont à combattre le froid qui s'y est rassemblé pendant la nuit. Lorsque l'atmosphère, dans l'après-midi, sera à son plus grand degré d'échauffement, le rayon solaire ne viendra plus concentrer cette masse de chaleur sur les terrains en exposition orientale; car il n'y tombera qu'obliquement. Au contraire, les coteaux qui penchent vers le couchant, se sont déjà pourvus de chaleur pendant toute la matinée; et lorsque le rayon so-

laire viendra les frapper directement, en y rassemblant tout le calorique de l'atmosphère, il n'y trouvera aucun obstacle ; toutes choses au contraire seront disposées en faveur de son action.

Sans nous arrêter à des explications plus détaillées, remarquons seulement qu'en vertu de ce principe, les expositions *sud-sud-ouest* et *sud-ouest* sont les plus chaudes de toutes, tandis que, par contre-coup, celles *nord-est* sont les plus froides. On entend bien qu'il n'est question ici que de l'*hémisphère boréal*, et qu'on fait toujours abstraction d'une foule de circonstances locales et temporaires.

Exposition la plus chaude.

Comme un froid modéré est très-favorable à la santé, et que d'ailleurs, sous la latitude de la Grèce, le degré ordinaire du froid le peut faire regarder plutôt comme rafraîchissant que comme désagréable, il est évident que l'immortel *Hippocrate* avait raison de recommander les expositions orientales, sous le rapport de la salubrité (1). Mais n'est-il pas contraire au bon sens de vouloir appliquer ce même principe aux climats plus voisins du pôle, où l'on craint le froid, et où la chaleur, généralement plus modérée, n'amène avec elle aucune de ces maladies épidémiques dont parle Hippocrate ? Il y a tant de circonstances qui concourent à rendre un climat salubre ou malsain, agréable ou rude, qu'il serait très-imprudent de vouloir caractériser les climats *uniquement* d'après les expositions générales ou locales.

Si l'on ne considérait les expositions que par elles-mêmes, en faisant abstraction des autres circonstances, on pourroit, avec Hippocrate, comparer celles orientales au printemps; celles du midi, à l'été; celles de l'occident, à l'automne; celles du nord, à l'hiver : car il est vrai que la constitution la plus commune des climats sous ces expositions, répond à celles des saisons auxquelles on les rapporte. Cependant une comparaison plus exacte et plus significa-

Parallèle des expositions avec les points du jour.

(1) *Hippocrate*, Traité des airs, des eaux et des lieux.

tive, serait celle avec les *points du jour*. Le plus grand froid se fait sentir au grand matin; ce point correspond à l'exposition nord-est, qui est la plus froide; la chaleur augmente jusqu'à trois heures après midi; de même les expositions deviennent toujours plus favorables à la chaleur, jusques à celle de sud-ouest; viennent ensuite le soir et minuit, points correspondans aux expositions occidentales et boréales.

En examinant les climats particuliers à chaque pays (dans les volumes suivans de cette *Géographie*), on verra ces observations générales confirmées par un grand nombre d'exemples.

Position des montagnes.

La *position des montagnes* n'est pas toujours essentiellement liée aux pentes du terrain, puisqu'il y a des plateaux montagneux qui (à la vérité dans une petite partie de leur étendue) n'ont aucune pente générale, comme dans la Mongolie, dans le Thibet; et que, d'autre part, on trouve des pays qui se penchent de plusieurs côtés, sans que leur partie la plus élevée soit garnie de véritables montagnes, comme, par exemple, le centre de la Russie d'Europe.

Les montagnes agissent sur les climats de deux manières: elles attirent les vapeurs suspendues dans l'air; ces vapeurs, en se condensant, produisent les nuages, les brouillards, qui ordinairement dérobent à notre vue les cimes des montagnes. Souvent aussi ces assemblages de matières aqueuses que les vents poussent çà et là, sont arrêtés dans leur marche vagabonde par les chaînes de montagnes, où ils s'accumulent dans les hautes vallées. Ces effets sont encore plus sensibles, lorsqu'une chaîne de

Abri donné par les forêts.

montagnes est couronnée de forêts que respecta la hache destructive. Elles augmentent l'élévation de la montagne; elles en resserrent les passages; elles fournissent surtout un aliment inépuisable aux eaux courantes. La destruction des forêts peut quelquefois être un bienfait pour un pays en lui procurant une circulation d'air plus libre; mais, poussée trop loin, c'est un fléau qui ravage des

contrées entières. On en a vu des exemples funestes dans les îles du Cap-Vert, sans en citer beaucoup d'autres d'une moindre évidence. C'est la destruction des forêts et non pas un prétendu *refroidissement du globe* qui a rendu la partie méridionale de l'Islande, plus accessible au froid épouvantable que trop souvent les glaces flottantes lui apportent en s'arrêtant sur ces côtes septentrionales. Quoique les montagnes ne puissent empêcher les mouvemens généraux de l'atmosphère d'avoir lieu, elles peuvent cependant, en les arrêtant en partie, rendre certains vents plus ou moins fréquens, pour une certaine étendue de terrain. On ne doute point que les Alpes ne concourent à garantir à la belle Italie son heureux climat, son printemps éternel et ses doubles moissons.

Effet de l'absence des montagnes.

Les exemples des climats rendus plus froids par la position des montagnes, ne manquent pas. Si la Russie centrale et méridionale sont exposées à des froids disproportionnés à leur latitude et à leur exposition qui, en grande partie, est méridionale, c'est, entre autres causes, parce qu'elles n'ont pas au nord une chaîne de montagnes qui puisse affaiblir l'action des vents glacés qui viennent de la mer Blanche et des monts Uraliens. La Sibérie est dans un cas différent, et encore plus défavorable : elle est inclinée au nord, par conséquent ouverte aux vents de la mer Glaciale; en même temps, sa pente immense est, au sud, couronnée par les monts Altaï, qui empêchent les vents froids de s'en aller plus loin, et qui interceptent ceux de l'Asie méridionale.

L'abri que donnent les montagnes contre les vents, peut quelquefois devenir nuisible par excès. Ainsi, on voit la chaleur devenir insupportable dans les vallées qui concentrent et réfléchissent vivement, en été, les rayons du soleil.

Température des vallées.

Lorsque les vallées sont larges et évasées, qu'elles ont une pente assez considérable pour l'écoulement des eaux, et qu'elles donnent un accès libre aux vents du nord, la température peut y être sèche et froide, comme dans le

Champsaur décrit par Villar. Les habitans jouiront, dans ce cas, d'un bon teint et de beaucoup de santé.

Vallées malsaines.

Dans les vallées basses, étroites, enfoncées, qui ne reçoivent les vents secs que très-obliquement, les eaux des torrens et des pluies s'arrêtent et deviennent marécageuses : l'air n'y circulant pas, les brouillards et l'humidité y sont perpétuels. C'est dans ces endroits qu'on trouve les êtres faibles, mous et stupides qu'on nomme *crétins* : devenus sourds, muets et presque aveugles, ils restent insensibles à toutes les impressions, excepté à des appétits lubriques ; si on les frappe, ils ne témoignent aucune sensation ; on en voit qui ne sont pas même excités par aucun besoin. Leurs bras abattus, leur bouche béante, leur cou tuméfié et pendant, leur couleur blafarde, laissent voir le dernier terme de la dégradation humaine, et de la dégénérescence animale. Le froid humide qui pèse constamment sur ces contrées, et qui n'est interrompu que par les vapeurs chaudes et également relâchantes de l'été, peut être regardé comme la véritable cause du goître et du crétinisme : ces maladies ont beaucoup d'analogie, pour leur cause et leurs principaux effets, avec les bouffissures, les tumeurs articulaires, et l'espèce d'imbécillité des Scythes efféminés dont Hippocrate fait mention. *Fodéré*, qui a visité en observateur le val d'Aoste et la Maurienne, où se rencontre le plus grand nombre des crétins et des goîtreux, remarque qu'il n'en existe que dans le centre des vallées des Alpes : la même vallée n'en présente que lorsqu'elle abandonne la plaine et qu'elle se rétrécit ; elle cesse d'en produire dès qu'elle s'évase au sommet des montagnes, et qu'elle gagne un air plus vif et plus sec, où vivent des hommes parfaitement sains. On trouve de ces maladies dans le Bas-Valais, à la base des Pyrénées et des Apennins, dans quelques vallées du Dauphiné et de la Haute-Provence. Les blafards qu'on a vus dans plusieurs contrées humides de l'Amérique, les nègres blancs des montagnes d'Éthiopie et de Madagascar, les nègres pies, paraissent être des espèces de crétins dans une plus ou

Crétins, etc.

moins grande dégénération. Zimmermann attribue aux chaleurs étouffantes qu'on ressent dans de profondes vallées de la Suisse, la cause des manies qui sont communes dans ces endroits : il rapporte que les habitans de ces gorges sont obligés d'envoyer, pendant les étés, leurs enfans sur les hautes montagnes, pour leur conserver la mémoire et la raison (1).

Effets du voisinage de la mer.

Le voisinage de la mer modère les températures excessives. Dans des climats ardens, les contrées maritimes sont moins chaudes que le milieu des plaines. Dans les latitudes élevées, les côtes et les îles sont moins froides que l'intérieur des continens. Dans les montagnes de la Norvége, on a vu une armée suédoise périr de froid; on en trouva les cadavres encore en rangs et files; cependant, les côtes de ce pays jouissent d'un climat très-doux; le port de Berghen ne gèle pas aussi souvent que la Seine. Voici un exemple encore plus près de nous. Les lauriers, figuiers, myrtes, grenadiers, qui ne peuvent subsister en pleine terre au centre de la France, croissent naturellement, et très-bien, à Brest (2).

Le voisinage de la mer rapproche aussi les températures des saisons. L'on voit à Plymouth que, quoique la chaleur moyenne de l'année soit, en totalité, un peu moindre que celle de Paris, les mois d'hiver sont bien moins froids que dans cette dernière ville : le thermomètre n'est jamais descendu, du temps d'Huxham, plus bas que — 10, et n'a pas été plus haut que + 21,2.

Influence de la nature du sol.

La nature intrinséque du sol doit influer sur le climat de plusieurs manières. Tous les terrains ne s'échauffent pas avec le même degré de promptitude; tel sol perd vite la chaleur acquise, tel autre la conserve long-temps. Les exhalaisons qui diffèrent selon la nature du sol, s'élèvent dans l'atmosphère, et s'identifient avec elle. Les terrains argileux, et ceux qui sont imprégnés de sel, refroidissent

(1) Voyez les articles *Suisse*, *Carinthie*, etc., dans le vol. V de ce *Précis*. (2) Voyez l'article *France*, dans le vol. V de ce *Précis*.

l'atmosphère ; les amas de sables, lorsqu'ils sont à sec, augmentent la chaleur. On croit, par exemple, que le grand froid et l'air malsain qui règnent dans les gouvernemens d'Astracan et d'Orenbourg (1), sont en partie dus à la nature saline du sol ; tandis que plusieurs provinces de la France doivent en partie leur température sèche et salubre, à ce que leur sol est sablonneux, calcaire, et en général léger. Les terrains rocailleux et arides fournissent le moins de vapeurs. Le contraire doit se dire des terrains marécageux ; ces terrains, et même les sables imprégnés d'humidité, diminuent la chaleur ; et comme les eaux y sont, pour la plupart, stagnantes, la durée des gelées s'y prolonge, sans que pour cela elles amènent un ciel serein et exempt de brouillards insalubres. Voilà pourquoi l'hiver de la Hollande, sous 52 degrés de latitude, est souvent plus désagréable que celui des îles danoises, sous le 55e parallèle. L'effet des marécages, dans les régions chaudes, est encore plus funeste : ils y fermentent, et il s'en élève une quantité de miasmes putrides ; c'est à eux que les côtes orientales de l'Afrique, et quelques parties de l'Amérique doivent leur climat pestilentiel (2).

Effet des marécages.

Il est certain que le ciel, dans chaque pays, a un aspect différent. La voûte azurée, qui, par une illusion optique, borne partout notre vue, semble plus abaissée en Angleterre qu'en France. L'Italien cherche en vain, sur les bords de la Seine, ce ciel pur, serein et immense, cette atmosphère d'un bleu clair ou d'un rouge de feu, qui a tant contribué à inspirer les Raphaël et les Corrége. Mais le ciel d'Italie même est nébuleux, en comparaison de celui qui, dans l'été, couvre les heureuses îles de l'Océan Pacifique, ces paradis de la zone torride. C'est aux différens degrés de la raréfaction de l'air, ainsi qu'à la nature des exhalaisons terrestres, qu'il faut attribuer ces différens aspects du ciel, d'où dépend en partie la beauté d'un climat.

Divers aspects du ciel.

(1) Voyez ci-après notre description de la *Russie*, vol. V de ce *Précis* ; et de la *Sibérie*, vol. III. (2) Voyez ci-après notre descript. de l'*Afrique*, vol. IV.

L'homme influe lentement, mais puissamment, sur la température de l'air. Sans la culture, il y aurait peu de climats salubres et agréables. Contemplons un pays désert : les rivières abandonnées à leur fougue, s'engorgent et se débordent; leurs eaux ne servent qu'à former de tristes marais ; un labyrinthe de buissons et de ronces couvre les plus fertiles coteaux ; dans les prés, le hideux champignon et la mousse inutile, étouffent les herbes nutritives ; les forêts deviennent impénétrables aux rayons solaires ; aucun vent ne vient disperser les putrides exhalaisons des arbres, qui ont succombé sous le poids des siècles ; le sol, privé de la bienfaisante chaleur atmosphérique, n'exhale que des poisons ; le souffle de la mort plane sur cette contrée. Mais le courage et l'industrie viennent-ils y aborder ? les marais sont desséchés ; les rivières coulent dans leurs lits déblayés ; la hache et la flamme éclaircissent les forêts ; la terre, sillonnée par la charrue, s'ouvre aux rayons du jour, au souffle des vents ; l'air, le sol et les eaux prennent, peu à peu, un caractère de salubrité, et la nature vaincue cède son empire à l'homme qui s'est créé une patrie. Influence des travaux de l'homme.

Cependant la culture d'un pays nouveau est souvent accompagnée de conséquences désastreuses, qui ne doivent pas toujours être attribuées à l'imprévoyance des colons. Le sol nouveau, au premier moment où la charrue l'ouvre, et où les rayons solaires y pénètrent, doit nécessairement subir une forte évaporation, et ses exhalaisons, qui ne sont pas toujours d'une nature innocente, à peine élevées dans l'air, s'y condensent par le froid encore très-vif, surtout pendant les nuits. De-là, ces maladies épidémiques qui ravagent les colonies nouvellement fondées. La destruction des forêts, poussée trop loin, amène surtout des suites funestes. Dans les îles du Cap-Vert, c'est l'incendie des forêts qui a desséché les sources et l'atmosphère (1). La Perse, l'Italie, la Grèce, et bien Inconvéniens des pays nouveaux.

(1) Voyez ci-après : *Afrique, Iles du Cap-Vert*, vol. IV.

d'autres contrées, ont perdu de cette manière leur heureuse température. La coupe des forêts qui couvraient les Pyrénées, a rendu l'air malsain dans la vallée d'Azun, département des Pyrénées-Orientales (1), parce que l'absence de cet obstacle permet aujourd'hui un libre passage aux vents du sud. On forme des plaintes semblables dans la Castille et dans l'Aragon.

Influence des vents régnans.

Les *vents régnans* de chaque contrée modifient différemment l'influence réunie de tous les élémens qui constituent le climat physique, et que nous venons d'examiner. Mais la nature, la direction et l'intensité des vents, dépendent de l'exposition générale et locale, du voisinage des mers, de l'élévation des montagnes, et d'autres circonstances. Ainsi, les causes du climat forment entr'elles un cercle, duquel on ne peut indiquer ni le premier chaînon ni le dernier.

On ne doit point caractériser la nature physique des vents d'une manière générale, d'après les points du compas d'où ils viennent. Hippocrate s'est servi de cette méthode, mais en se bornant à une petite partie du globe. Qu'on ne fasse point à la gloire de ce grand homme, l'injure de vouloir ériger ses maximes locales en règles universelles.

Principes généraux sur la nature des vents.

Toutes les variations des vents dépendent de l'équilibre de l'atmosphère. Il s'ensuit que la chaleur d'un climat, et le froid d'un autre, ont une influence continuelle l'une sur l'autre. Les parties septentrionales d'un grand continent enverront quelquefois leur air froid vers les parties méridionales; et de même elles en recevront quelquefois des souffles échauffans. La grande mobilité de l'atmosphère ne permet pas qu'on borne ces faits à des localités; toute la masse de chaleur et de froid, qui entoure le globe, est dans un flux et reflux continuel et universel. Ainsi, l'on peut poser les principes suivans. La chaleur de la zone torride, et le froid polaire, se balancent mutuellement, et

(1) Voyez la description de la *France*, vol. V.

de la fluctuation de leur équilibre dépendent les variations du froid et du chaud qu'on ressent dans les zones tempérées. Tout vent, dans la zone tempérée, venant du pôle voisin, est froid; et tout vent équatoréal est chaud, sauf les exceptions dues à des localités. Ainsi, le vent du sud rafraîchit les environs du Cap de Bonne-Espérance, tandis que le vent du nord a le même effet pour l'Europe. Un vent de terre, s'il vient par-dessus des plaines très-élevées et ouvertes, est presque toujours froid et sec dans les zones tempérées. Mais entre les tropiques, s'il passe par des plaines peu élevées, couvertes de sables brûlans, il doit être sec et chaud. Les vents qui prennent origine sur les montagnes, ne se plient pas non plus à une règle générale; car il y a des montagnes couvertes de glaces, d'autres d'où il règne une humidité singulière; les vents y prennent donc des caractères différens. Quant aux vents de mer, ils sont, presque sans exception, humides, chargés de brouillards et de vapeurs salines; comme l'air qu'ils amènent est presque toujours ou plus chaud ou plus froid que l'air de terre, ils occasionnent constamment cette sorte de décomposition des vapeurs atmosphériques, qui nous procure de la pluie.

Il s'ensuit que tout pays de la zone tempérée qui n'est séparée de l'équateur que par une grande étendue de pays contigus, a nécessairement l'air plus habituellement chaud que tel pays qui voit entre lui et la zone torride, de vastes mers. Par contre-coup, les pays des zones tempérées, qui ont entre eux et le pôle voisin beaucoup de terres, et qui sont séparées de l'équateur par des mers, auront le climat habituellement plus froid que d'autres pays sous la même latitude, mais sous une autre combinaison de localités.

Conséquences de ces principes.

Si nous appliquons ces divers principes à la partie septentrionale de l'ancien continent, nous verrons que la diminution énorme de chaleur qu'on observe, en s'avançant vers l'est sous les mêmes latitudes, est due en grande partie à la forme et à la position de cette masse de terre. La partie occidentale est échauffée par le voisinage de l'Afri-

que, qui, semblable à une immense fournaise, distribue sa chaleur à l'Arabie, à la Turquie d'Asie, à l'Europe. Au contraire, l'Asie, dans ses extrémités de nord-est, éprouve des froids extrêmes; c'est en partie parce qu'elle n'a de ce côté point de terres qui s'étendent vers l'équateur. Si le Groenland, déjà, sous le 60e parallèle, malgré son exposition méridionale et le voisinage des mers, a un climat plus rigoureux que la Laponie, sous le 72e parallèle, dans une exposition septentrionale, quelle autre raison peut-on assigner à ce phénomène que la séparation de la Laponie d'avec les terres arctiques, au moyen d'une vaste mer, tandis que le Groenland s'étend probablement, en s'élargissant, vers le pôle, ou du moins vers le 82e degré de latitude? L'Amérique septentrionale a peu de terres situées dans la zone torride; elle a peu de communication avec l'Amérique méridionale; enfin, elle s'étend probablement à l'ouest de la baie de Baffins vers le Groenland; cette partie du monde n'offre pas une si grande différence des climats d'avec l'Europe.

Diminution de la chaleur vers l'Orient.

Il résulte encore de nos principes une conséquence générale pour les contrées de la zone torride. Les vents alizés, en soufflant continuellement de l'est, par-dessus la mer, contribuent à rendre toutes les côtes maritimes orientales, plus froides que ne le sont les côtes exposées au couchant. D'un autre côté, plus un continent est large d'est à l'ouest, plus ces vents s'échauffent en passant par-dessus des terres brûlées par le soleil. Voici pourquoi les îles Antilles jouissent d'une température modérée; tandis que la Sénégambie est tourmentée par la plus terrible chaleur dont on ait d'exemple. Le Congo est plus chaud que le Zanguebar. Si les montagnes du Pérou ont le climat plus froid que le Brésil, c'est que l'élévation du terrain, ou toute autre circonstance locale, peut souvent avoir assez d'influence pour anéantir l'effet d'une cause générale.

Côtes orientales et occidentales dans la zone torride.

Telles sont les diverses causes qui concourent à former cette constitution générale de l'atmosphère qu'on nomme le *climat*. On doit sentir que *les résultats de tant de causes*

différentes ne se laissent pas facilement soumettre à une classification. Hippocrate l'a tenté, par rapport à la Grèce; il prend pour base les *expositions* et les *vents*. Mais il est aisé de prouver que ses quatre climats, très-réels dans les lieux où il les a observés, ne se retrouvent pas dans toutes les régions du globe, auxquelles ses commentateurs peu pénétrés de son esprit, veulent étendre son système. Examen des climats d'Hippocrate.

Hippocrate commence son écrit sur les airs, les eaux et les lieux, par l'exposé du but qu'il se propose. « Il est, dit-il, essentiel pour un médecin, en entrant » dans une ville qu'il ne connaît point, d'en examiner » l'exposition, les vents dominans, les saisons, la na- » ture et l'élévation du sol, la qualité des eaux dont les » habitans font usage, et le genre de vie qu'ils suivent.— » Maintenant, continue-t-il, je vais exposer comment » on doit épier et explorer (1) chacune de ces choses. » N'est-il pas clair, d'après cette phrase vaguement rendue par tous les traducteurs, que l'intention d'Hippocrate n'était point de composer un *traité* sur les climats physiques, traité dont les matériaux n'étaient pas encore rassemblés de son temps, mais qu'il voulait seulement, par l'exposé de ses observations propres et locales, indiquer à ses successeurs la route à suivre pour en faire de nouvelles? Ce but modeste de l'auteur a été méconnu, ou tout au plus foiblement indiqué. Des observations très-intéressantes, mais bornées exclusivement aux contrées qui s'étendent depuis la mer d'Azof jusqu'aux bouches du Nil, et des bords de l'Euphrate aux rives de la Sicile; ces observations locales, dis-je, ont été changées en généralités fausses et dangereuses. Donnons-en quelques exemples.

Hippocrate nous dépeint « les contrées exposées aux » seuls vents chauds du midi, comme devant abonder en » eaux saumâtres et malsaines; car ces eaux sont ordinai- » rement peu profondes, échauffées en été et froides en » hiver. » Puis il décrit les maladies qui doivent y domi- Climat méridional.

(1) Σκεπτεον και ἐξεταζειν.

ner. « Les hommes y ont la tête pleine d'humidité et de » phlegme ; ils sont sans force et sans vigueur (1) ».

Ces observations se rapportent aux côtes méridionales de la Grèce et de l'Asie-Mineure, voisines de l'île natale d'Hippocrate. Selon Mariti, toute la côte méridionale de l'île de Chypre éprouve de fréquentes intempéries de l'air ; les eaux saumâtres y abondent ; c'est un pays très-malsain. Les côtes de la Caramanie ou de l'ancienne Cilicie sont dans le même cas. A Satalie, à Ayas, et à Adana, le mauvais air force les habitans à se retirer pendant l'été, sur les montagnes. Et pourquoi l'exposition méridionale de ces contrées est-elle si malsaine ? Strabon et Quinte-Curce nous le diront. « Parce que la Cilicie est une plaine » étroite, bordée au nord par la chaîne du mont Taurus ; » les vents du midi, réfléchis par les montagnes, y causent » des chaleurs étouffantes ; d'ailleurs, la côte offre des » marais et des étangs (2). » D'un autre côté, Cicéron nous apprend que les neiges rendaient le passage du mont Taurus difficile avant le mois de juin (3). Voilà pourquoi la température de l'air et des eaux de la Cilicie éprouvait des variations trop fortes pour ne pas être nuisibles. Sans doute on peut appliquer cette observation à d'autres contrées où le même concours de circonstances a lieu ; sans doute le vent du midi est généralement humide, chaud et malsain sur les côtes de la Méditerranée. Dans l'île de Lesbos, selon Vitruve, les vents méridionaux causent souvent des épidémies ; en Attique, ils amenèrent une fois la peste. Virgile même dénonce ces vents, « dont les hu- » mides haleines menacent les vergers, les blés et les » troupeaux (4). » Étendons même ce caractère général aux côtes du golfe de Perse. Les vents méridionaux y amènent la saison pluvieuse et des chaleurs étouffantes. « A Susa, dit Strabon, les habitans n'osent s'exposer » aux chaleurs du milieu de la journée. » A Bassora,

Exemples à l'appui de ce climat.

(1) *Hippocrat.*, de Aer., aquis, locis, §§ 9-14, édit. de Coray.
(2) *Strab*, Géog. XIV, 260. Casaub. Atreb. *Quint. Curt.*, III, c. 9-11.
(3) *Cicér.*, Epist., ad Famil. XV, 4. (4) *Virg.* Georg., I, 443. Bucol. II, 57. *Vitruv.* I, cap. 6.

selon Alter, le vent du midi paralyse toutes les forces du corps humain.

Mais passons sur le rivage opposé de l'Afrique : Aristote déjà savait que les vents méridionaux y sont souvent froids et toujours secs, parce qu'ils viennent du mont Atlas (1). De même, à Paris, nous éprouvons des vents du sud, chargés de la froide atmosphère des montagnes de l'Auvergne. Ces mêmes vents sont très-froids en Souabe et en Bavière ; car ils y arrivent par les Alpes. Partout, les vents se modifient d'après la nature des lieux par lesquels ils passent. Exemples contraires.

Qu'ai-je besoin de ces exemples ? Hippocrate lui-même n'ajoute-t-il pas immédiatement : « Mais, même parmi » ces villes (exposées aux vents chauds du midi), celles » qui sont bien ouvertes au soleil et aux vents, doivent » éprouver dans un moindre degré ces fâcheuses alter- » natives. » En effet, Tarsus en Cilicie offrait, malgré son exposition méridionale, un climat sain et des eaux limpides (2).

Le climat septentrional d'Hippocrate, n'est pas plus universel que celui que nous venons d'examiner. Les vents du nord, à Archangel et à Dantzick, apportent l'humidité et sont moins froids que les vents de sud (3). Ces variations dans la nature des vents renversent les autres conséquences. Citons un exemple pris dans la Péninsule hispanique sous la latitude de la Grèce septentrionale. Les Asturies sont exposées au nord ; le climat est froid, mais extrêmement humide ; les maladies régnantes sont une espèce de lèpre, des dysseneries, des tumeurs scrophuleuses, et d'autres de la nature de celles que le père de la médecine attribue aux expositions méridionales (4). Climat septentrional.

La ressemblance qu'Hippocrate établit entre le climat du midi et celui d'orient, se trouve encore fausse pour Climat oriental.

(1) *Arist.*, Problemat. XXVI, 16-51. Comp. *Aul. Gell.* XVI, 11. *Lucan.* Pharsal. IX, 447 *sqq.* (2) *Dio Chrysostome*, Orat. de Tarso.
(3) *Kant*, Géographie-Physique, III, part. 2, p. 110. (4) *Casali*, Annales des voyages, t. VIII, p. 76, *sqq.* *Thiery*, Observ. médicales sur l'Espagne.

l'Europe occidentale, où les vents du midi ressemblent plus généralement à ceux d'occident par leur humidité et leur douceur, tandis qu'au contraire, les vents d'est sont notoirement plus froids que les vents du nord même, attendu que les vents nous viennent, par la Russie centrale, des monts Uraliens et des confins de la Sibérie. L'affection catarrhale qui régna en 1782, fut généralement attribuée au froid rigoureux, apporté subitement par un vent d'est, à la suite d'une constitution australe et humide.

Nous ne pouvons pas non plus admettre la théorie hippocratique, à l'égard des *climats occidentaux*. « Toutes » les nations, dit-il, exposées aux *vents occidentaux*, ont » le climat insalubre; les eaux qu'elles boivent ne sont point » limpides, parce que les brouillards du matin se mêlent » avec elles avant d'être dissipés par le soleil qui les éclaire » plus tard.... En second lieu, les habitans de ces lieux » sont exposés à des changemens brusques de température; car dans les matinées d'été, il y souffle des vents » frais, il y tombe des rosées; dans l'après-midi, la chaleur les tourmente.... Ils ont le teint pâle, le corps » foible.... Respirant toujours un air épais et malsain, » leur voix devient forte et rauque..... L'occident nous » présente l'image de l'automne. Les peuples qui habitent » sous cette constitution climatologique, doivent participer aux maladies des peuples septentrionaux et méridionaux. » Un commentateur ajoute : « ils doivent » joindre la férocité des peuples du nord à la légèreté des » peuples du midi. »

Climat occidental.

Toutes ces observations d'Hippocrate, saines et justes lorsqu'on les explique dans leur vrai sens, deviennent puériles et absurdes lorsqu'on en veut faire des règles générales.

Quels peuples sont plus exposés à l'occident que les Portugais? Ont-ils pour cela la voix rauque? Au contraire, leur langage est infiniment plus doux que celui des Espagnols. L'air qu'on respire en Portugal est-il épais et malsain? Bien loin de là, les Anglais y envoient leurs malades

Objections.

pour recouvrer la santé. Les Irlandais, continuellement tourmentés par les tempêtes venues de l'ouest, ont-ils le teint pâle ? Au contraire, on reconnaît un Irlandais parmi vingt Anglais, à son teint vermeil.

Hippocrate a-t-il donc avancé des choses fausses ? A Dieu ne plaise que je l'en accuse ! Mais il a voulu parler uniquement de certaines contrées de la Grèce ; expliquées dans ce sens local, ses observations sont justes et profondes. Toutes les côtes occidentales de l'Illyrie, de l'Épire et du Péloponèse, ont en effet le climat inconstant, qu'Hippocrate compare à l'automne. Le zéphyr y amène souvent des pluies et des brouillards ; encore de nos jours, le zéphyr impétueux et pernicieux dont Homère parle si souvent, se fait sentir dans ces parages (1). Les Eliens, selon Strabon, Hesychius et Eustate, étaient, de tous les Grecs, ceux qui avaient la prononciation la plus rude ; ces peuples et leurs colonies mettaient souvent une lettre canine où les autres Grecs n'en mettaient point ; ils disaient *heror* ou *her* au lieu de *héros* (2). Les Etoliens probablement parlaient plus mal encore ; leur férocité d'ailleurs est connue : Polybe et Thucydide les traitent de *demi-barbares* (3). Enfin, les habitans de l'île de Zante, selon Scrofani, ont le teint pâle. Les Grecs occidentaux en général n'étaient pas aussi grands de corps que ceux de l'est et du nord. Ulysse fut nommé par les Etruriens le *Nain vagabond*. Exemples locaux.

Voilà les observations d'Hippocrate justifiées ; voilà, je pense, la vraie manière de lire et d'expliquer un auteur ancien, en le comparant avec d'autres écrivains, ses contemporains ou ses compatriotes. Principes de classification des climats.

L'examen critique de quatre climats d'Hippocrate, doit nous convaincre de l'impossibilité de fonder une classification des températures sur leurs *causes*, attendu que ces causes varient toutes avec les circonstances géographiques. C'est en considérant les principales combinaisons des qua-

(1) *Homère*, Odyss. V, 295. XII, 289. XIV, 468. (2) *Strab.*, X, 308. *Hesych.* in v. Eretria. *Eustat.*, in Iliad. II, 279. (3) *Polyb.*, XVII, p. 476, édit. Casaub. *Thucyd.* III, cap. 94.

lités qui caractérisent les climats, qu'on peut les classer d'une manière générale. La chaleur et le froid peuvent être accompagnés d'humidité ou de sécheresse ; de-là il résulte quatre climats principaux.

Nous avons d'abord le climat *chaud et sec*. Tel est dans un degré extrême celui des déserts de Sahara et de l'Arabie ; la terre brûle, le ciel est d'airain ; les eaux saumâtres se vendent au poids de l'or ; les plantes languissent faute d'aliment ; les hommes et les animaux y sont nerveux, mais en petit nombre ; les teints olivâtres, et les tempéramens bilieux dominent parmi les peuples de ces contrées ; leur caractère féroce et sanguinaire répond à celui de la nature. Le climat *chaud et humide* est celui du Bengale, de la Mésopotamie, des côtes de Zanguebar, de la Sénégambie, de la Guyane, de Panama ; là, brille une éternelle verdure ; là, naissent les géans du règne végétal ; mais là aussi d'énormes reptiles se traînent dans la fange des eaux croupissantes qui exhalent la peste ; l'homme robuste se propage avec rapidité, mais son caractère moral le rapproche des brutes ; la peau noire et le tempérament phlegmatique appartiennent de préférence à ces régions. Le climat *froid et sec* nourrit une végétation robuste, mais peu abondante ; les eaux y sont ordinairement pures, mais crues ; les animaux et les hommes, respirant plus d'oxigène, ont de la force, de la santé ; il y a équilibre entre la partie morale et la partie physique. Ils se propagent lentement mais avec ordre ; le tempérament sanguin et la peau blanche prédominent dans ce climat qui appartient à la plus grande partie de l'Europe et de l'Asie. Enfin, le climat *froid et humide*, dans son extrême, tel qu'on l'éprouve en Sibérie et au nord du Canada, enveloppe l'atmosphère de brouillards malsains, et réduit la végétation à de tristes broussailles, à des mousses rampantes ; les animaux s'y couvrent d'une épaisse fourrure, sous laquelle ils restent engourdis une moitié de l'année ; l'homme grand, mais foible et lourd, ne pense qu'à défendre contre la nature marâtre son existence physique ; la peau rouge-cuivrée et

Climat chaud et sec.

Climat chaud et humide.

Climat froid et sec.

Climat froid et humide.

le tempérament mélancolique semblent nés de cette constitution du climat.

En développant de cette manière une idée du célèbre philosophe *Kant* (1), nous ne voulons qu'indiquer à la pensée les combinaisons des températures extrêmes, et leurs effets les plus probables. Nous convenons que les quatre climats principaux n'existent peut-être nulle part sans quelques *modifications* qui en altèrent la nature. Ces modifications sont de deux genres; les unes résultent d'une succession de deux climats différens dans la même région; les autres sont dues au degré plus ou moins élevé de chacune des quatre qualités constitutives du climat. Ce sont ces modifications qui, malgré le système Hippocratien, peuvent mériter à un climat quelconque, la qualification de *tempéré*, attendu que le vrai sens de ce terme dénote une constitution atmosphérique dans laquelle le chaud, le sec et l'humide sont également modérés l'un par l'autre. Ainsi, en Egypte, la succession de la chaleur humide pendant l'inondation, et de la chaleur sèche pendant le reste de l'année, tempère un climat qui, sans l'une ou l'autre alternative, serait insupportable. De même, la Hollande voit avec plaisir le froid succéder au froid humide, qui à lui seul rendrait ce pays extrêmement malsain. D'autres fois, cette succession se faisant trop rapidement, ou les deux températures étant trop différentes l'une de l'autre, le climat devient plus désagréable que s'il n'y régnait qu'une seule température. C'est ainsi que les habitans d'Astrakan et de quelques autres villes, éprouvent en été les chaleurs de l'Afrique, et en hiver les froids de la Sibérie. Les mêmes constitutions atmosphériques se trouvent encore modifier le climat solaire; ainsi, la chaleur sèche qui rend le Sahara presqu'inaccessible, devient à Madrid ou à Marseille, une température très-convenable à l'homme. Les funestes effets de la chaleur humide s'affaiblissent de

Modifications de ces climats.

(1) Mémoire sur les quatre principales constitutions de l'espèce humaine, dans le recueil intitulé *le Philosophe mondain*, par *Engel* (en allem.).

même en s'éloignant de l'équateur. D'un autre côté, on trouve le froid sec ou humide, de plus en plus supportable, à mesure qu'on descend du pôle vers les tropiques. Par exemple, à Berghen en Norvège, et à Brest en France, c'est toujours la même constitution de l'hiver rendu variable et humide par le voisinage d'un océan qui ne gèle jamais ; mais quelle différence dans l'intensité du froid!

Ces observations sur la véritable acception du mot *climat*, nous conduisent naturellement à jeter un coup d'œil sur les diverses températures des cinq zones dans lesquelles on a l'habitude de diviser le globe.

Température de la zone torride.

La *zone torride* n'éprouve que deux saisons, l'une *sèche* et l'autre *pluvieuse* (1). La première est regardée comme l'été, et l'autre comme l'hiver de ces climats ; mais ils sont en opposition directe avec l'été et l'hiver célestes ; car la pluie accompagne toujours le soleil, de sorte que, lorsque cet astre se trouve dans les signes septentrionaux, les contrées au nord de la ligne ont leur saison pluvieuse. Il paraît que la présence du soleil au zénith d'une contrée, y échauffe et raréfie continuellement l'atmosphère ; l'équilibre est rompu à chaque moment ; l'air froid des contrées plus voisines des pôles, y est à chaque instant attiré ; il y condense les vapeurs suspendues dans l'atmosphère ; donc il y existe des pluies presque continuelles. Les contrées de la zone torride où il ne s'élève point de vapeurs, ne connaissent point de saison pluvieuse.

Les localités, surtout les hautes chaînes des montagnes qui arrêtent ou détournent les mousssons et les vents, influent tellement sur les saisons physiques de la zone torride, que souvent l'intervalle de quelques lieues sépare l'été de l'hiver. En d'autres endroits, il y a deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches, qu'on distingue par les dénominations de *grande* et *petite*.

La chaleur est presque toujours la même à 10 ou à 15

(1) *Varen.* Géog. générale, ch. XXVI, propos. 10 *sqq.* *Bergmann*, Géographie Physique, § 143.

degrés de la ligne équinoxiale. Mais, vers les tropiques, on ressent déjà une différence entre la température qui règne au moment où le soleil est au zénith, et celle qui a lieu, lorsque dans le solstice opposé, les rayons de l'astre du jour tombent sous un angle qui est plus obtus de 47 degrés. Aussi, on pourrait, avec Polybe, diviser la zone torride en trois autres; la *zone équatoréale*, proprement dite, est tempérée, si on la compare à la *zone du tropique du Cancer*, composée des contrées les plus chaudes et les moins habitables de la terre. La plus grande chaleur observée, qui est de 35 degrés de Réaumur, l'a été à Bagdad à 33 degrés de latitude. La *zone du tropique du Capricorne* contient peu de terres; mais il paraît qu'elle éprouve des chaleurs momentanées extrêmes.

Différence des régions équatoréales et tropiques.

La plupart des anciens, méconnaissant l'observation de Polybe, crurent que la chaleur allait en augmentant du tropique vers l'équateur. Ils en conclurent que le milieu de la zone torride était inhabitable. On sait aujourd'hui que plusieurs circonstances concourent à y établir une température supportable. Les nuages, les grandes pluies, les nuits naturellement très-fraîches, leur durée étant égale à celle des jours; une forte évaporation, la vaste étendue des mers, la proximité des montagnes très-hautes et couvertes de neiges éternelles, les vents alizés et les inondations périodiques, contribuent également à diminuer la chaleur. Voilà pourquoi, dans la zone torride, on rencontre toutes sortes de climats. Les plaines sont brûlées des feux du soleil. Toutes les côtes orientales des grands continens, battues par les vents alizés, jouissent d'une température douce; les contrées élevées sont même froides. Dans la vallée de Quito, règne un éternel printemps. Peut-être que l'intérieur de l'Afrique renferme plus d'une contrée douée du même avantage.

Rien n'égale la beauté majestueuse de l'été dans la zone torride. Le soleil s'élève horizontalement; il traverse, en un instant, les nuages brûlans de l'orient, et remplit la voûte des cieux d'une lumière éblouissante, dont aucune

Été de la zone torride

trace d'ombre n'interrompt la splendeur. La lune brille ici d'un éclat moins pâle; les rayons de Vénus sont plus vifs et plus purs, la voie lactée répand une clarté plus scintillante. A cette pompe des cieux il faut ajouter la sérénité de l'air, le calme des flots, le luxe de la végétation, les formes gigantesques des plantes et des animaux, toute la nature plus grande, plus animée, et cependant moins inconstante et moins mobile.

Saisons de la zone tempérée.

Les zones tempérées (1) sont dédommagées par les charmes doux et variés du printemps et de l'automne, par les chaleurs modérées de l'été et les rigueurs salutaires de l'hiver; cette succession de quatre saisons, n'est point connue au-delà du tropique, ni vers les pôles. Même la partie de la zone tempérée boréale, qui s'étend entre le tropique et le 35e degré de latitude, ressemble, en beaucoup d'endroits, à la zone torride. Jusque vers le 40e degré, la gelée, dans les plaines, n'est ni forte ni de longue durée; il est également rare d'y voir tomber la neige, quoique, sans doute, il ne soit pas vrai que lors d'une chute de neige, les dames de Rome ou de Naples sortent de la comédie pour jouir d'un spectacle si extraordinaire, ni que les académiciens courent, la lorgnette à la main, examiner cet étonnant phénomène. Les contrées élevées ressentent toute la rigueur de l'hiver; et les arbres, même dans la plaine, perdent leur feuillage, et restent dépouillés de verdure dans les mois de novembre et décembre.

Climats les plus tempérés.

C'est depuis le 40e jusqu'au 60e degré, que la succession des quatre saisons se montre la plus régulière et la plus sensible, sans cependant exposer la santé de l'homme. C'est aussi entre ces latitudes qu'habitent aujourd'hui les peuples les plus instruits, les plus civilisés, et ceux qui montrent le plus de courage sur mer et sur terre. Il semble que dans les pays où l'on n'a point d'été, les habitans manquent de génie, ou du moins d'esprit et de goût; tandis

(1) *Bergmann*, Géographie-physique, § 144.

que là, où il n'y a point d'hiver, on ne connaît guère la vraie bravoure, la constance, la loyauté, et les autres vertus civiles et militaires. Mais rappelons-nous que c'est l'homme lui-même qui a créé en grande partie ces climats salubres; la France, l'Allemagne et l'Angleterre, ressemblaient, il n'y a que vingt siècles, au Canada et à la Tartarie chinoise, contrées situées, aussi bien que notre Europe, à une distance moyenne entre l'équateur et le pôle.

Saisons de la zone glaciale.

Au-delà du 60e degré, et jusque au 78e (qui paraît être le terme des terrains habitables dans l'hémisphère boréal), on ne connaît, en général, que deux saisons : on éprouve un long et rigoureux hiver, auquel succèdent brusquement des chaleurs quelquefois insupportables. L'action des rayons solaires, faible en raison de l'obliquité de leur direction, s'accumule pendant les jours extrêmement longs, et produit des effets auxquels on ne s'attendrait que dans la zone torride. Il y a eu des exemples que les forêts se sont embrasées, et que le goudron s'est fondu sur les flancs des vaisseaux. Dans l'hiver, au contraire, on voit les eaux-de-vie se congeler dans des chambres chauffées, et une croûte de glace couvrir jusqu'aux draps de lits. On a trouvé la terre gelée à 100 pieds de profondeur (1). Le mercure, figé dans le thermomètre, laisse le degré de froid indéterminé. Je parle ici des extrêmes, et de la zone en général. Les expositions méridionales, ou le voisinage de la grande mer, adoucissent le climat jusqu'à un degré qui paraîtra incroyable aux esprits prévenus. Berghen, en Norvège, et toute la côte de ce pays, entre 60 et 62 degrés de latitude, a l'hiver très-pluvieux, mais rarement de la neige ou des gelées; cette saison est moins rigoureuse, et on y use moins de combustible qu'à *Cracovie*, à *Prague*, à *Vienne en Autriche*, sous 50 à 48 degrés de latitude. La zone froide jouit d'un calme atmosphérique qui est inconnu dans la région tempérée; point d'orage, point de grêle, rarement une tempête; l'éclat des aurores boréales,

(1) *Gmelin*, Voyage en Sibérie.

réfléchi par la neige, dissipe les ténèbres de la nuit polaire; les jours, de plusieurs mois, quoique d'une magnificence monotone, accélèrent d'une manière étonnante le jeu de la végétation; en trois fois vingt-quatre heures la neige est fondue et les fleurs s'épanouissent.

Cette succession des zones physiques n'est point égale pour les deux hémisphères. En parlant des glaces de mer, nous avons observé que dans les mers arctiques on n'en aperçoit guère de grosses masses flottantes avant le 70 degré, ni de champs fixes, que vers les 75 à 80 degrés de latitude; tandis que dans les mers antarctiques on rencontre l'un et l'autre à 50 et 60 degrés de latitude australe. Dans la Terre de Feu, dans celle de Sandwich, et dans plusieurs autres îles, situées vers les 54e et 59e degrés de latitude australe, les montagnes, même dans l'été austral, restent couvertes de neiges jusqu'aux bords de la mer (1).

Sur le plus grand froid de l'atmosphère australe.

Cette diminution de chaleur paraît cesser tout à coup entre le 30e et le 40e degrés de latitude; car, de l'intérieur de la Nouvelle-Hollande il sort des vents enflammés, tandis que les montagnes de la terre de Diémen restent couvertes de neiges éternelles (2); aussi l'on éprouve dans ces parages les passages les plus subits d'une chaleur étouffante à un froid très-sensible (3).

Les astronomes (4) semblent attribuer ce contraste uniquement au séjour plus court que fait le soleil dans les signes méridionaux, c'est-à-dire, à la plus grande rapidité du mouvement de la terre, lorsqu'elle est dans son périhélie. Le soleil est 7 jours et 18 heures moins dans les signes méridionaux. Mais la différence produite par cette cause ne serait que de $\frac{1}{25}$, et la différence réellement existante est à peu près de $\frac{1}{7}$. La théorie du calorique rayonnant a fourni une autre explication : on a cherché à démontrer

Diverses opinions.

(1) *Forster, Cook, Dalrymple*, etc.

(2) *Péron*, Voyage aux terres Australes, II (inédit).

(3) *Labillardière*, Voyage à la recherche de La Pérouse, II, 27.

(4) *Mairan*, Mém. de l'Académie, 1765, p. 174. *Æpinus*, Cogitat. de Distribut. calor. per tellurem.

que, dans un temps donné, l'hémisphère austral perd une plus grande quantité de sa chaleur propre constante, que n'en perd l'hémisphère boréal (1). Mais cette cause ne devrait pas tout à coup cesser d'agir vers le 40e degré. Il faut donc chercher sur la terre même, la raison du phénomène qui nous occupe.

La vaste étendue des mers antarctiques, l'absence totale d'une grande terre, et la forme des continens, qui se terminent vers le sud en pointes de peu de largeur, ouvrent un champ libre aux courans maritimes polaires, et leur permettent de pousser de tous côtés les glaces du pôle du sud vers la zone tempérée australe. Là, elles s'entassent et s'arrêtent en partie, en s'accrochant l'une à l'autre : en partie elles sont empêchées d'aller plus loin par la force déjà très-sensible du mouvement général de l'Océan vers l'ouest; enfin elles se fondent en partie par l'action de la chaleur solaire, qui doit être déjà considérable à 50 deg., quoiqu'elle ne fasse que peu d'effet sur le thermomètre, parce que les glaces fondantes l'absorbent aussitôt qu'elle se répand dans l'air. Causes de ce phénomène.

Comme il n'y a point de *terme fixe* où le mouvement des eaux polaires vers l'équateur s'arrête et se change en mouvement général vers l'ouest (2), ce changement étant soumis à l'influence de plusieurs causes locales et temporaires, il n'y aura pas non plus de limite constante pour les glaces australes. Aussi, tantôt les navigateurs en ont rencontré des îles fixes vers le 50e degré; tantôt ils ont poussé 10 degrés plus loin, vers le pôle du sud, sans en rencontrer seulement des morceaux flottans. Ces variations de latitude, sous le même méridien, semblent confirmer notre explication; on ne pourrait pas même en assigner aucune autre cause suffisante que l'action des courans polaires.

Ces glaces mobiles, poussées de tous côtés vers le tropique du Capricorne, ne s'arrêtent que lorsqu'elles ren-

(1) *Prevost*, sur le calorique rayonnant, p. 328 *sqq*.
(2) Voyez ci-dessus, Liv. XXXVI, p. 345-347 *sqq*.

contrent les courans qui portent à l'est et qui, en les entraînant, leur impriment un mouvement combiné, mouvement qui, constamment modifié par le courant équatorial, leur fait décrire une spirale jusqu'à ce qu'elles se fondent. Elles peuvent donc entrer inopinément dans une zone, d'ailleurs tempérée, où leur présence cause et ces transitions subites du chaud au froid, et ces immenses brouillards dont parlent les navigateurs.

Quantité des glaces polaires australes.

En admettant notre explication, on n'aurait pas besoin de supposer *la quantité* de glaces australes, aussi énorme qu'elle le serait dans toute autre hypothèse. Car, selon nous, ces glaces qui se montrent vers les 50 et 60 degrés de latitude, ne marqueraient pas la circonscription d'une calotte sphérique de glaces fixées autour du pôle, mais elles formeraient seulement une enceinte variable, derrière laquelle il pourrait se trouver de vastes étendues de mers qui, de temps en temps, ne renfermeraient aucunes glaces.

Si la température générale du globe change.

La théorie des climats physiques présente encore une dernière question; admettons-nous un changement soit réel, soit seulement possible dans la direction de l'axe terrestre? Cette question intéresse non seulement les géographes, mais tous les peuples de la terre. Sans l'obliquité de l'écliptique, sans cet angle d'inclinaison qui existe entre le plan de rotation et le plan de l'orbite, il n'y aurait ni inégalité entre les jours d'hiver et d'été, ni changement de saisons, en tant que celles-ci dépendent des causes célestes. L'équateur serait encore plus constamment échauffé qu'il ne l'est; mais des deux côtés on verrait la chaleur diminuer dans une progression très-rapide; chaque climat aurait sa température invariable, et ce serait pour chacun celle de son printemps et de son automne actuel, mais très-vraisemblablement un peu plus froide. La terre ne serait donc guère habitable au-delà du 45e ou 50e degré. Voilà ce printemps éternel que les poëtes voudraient nous faire regretter. Beaucoup de philosophes et d'astronomes ont cru que l'écliptique et l'équateur tendaient réellement à

coïncider ensemble. Les anciens astronomes ont trouvé l'obliquité de l'écliptique de 24 degrés. Ératosthènes, 250 ans avant Jésus-Christ, la trouva de 23 degr. 50 minutes; Albatégnius, en 880, de 23 degr. 35 minutes 40 secondes; Tycho-Brahé, en 1587, de 23 degrés 31 minutes 30 secondes : elle oscille aujourd'hui autour de 23 degrés 23 minutes. Sa diminution séculaire semble avoir été jusqu'ici de 57 secondes. Mais *Euler* et *Laplace* ont prouvé, par des calculs subtils et profonds, que cette diminution provient de l'attraction mutuelle de toutes les planètes dont les orbites, diversement inclinées, cherchent constamment à se confondre dans un même plan; d'où il ne résulte que des inégalités temporaires, contenues entre des limites fixes. Le soleil contribue surtout à ramener constamment toutes ces variations au point d'où elles étaient parties. Sans la force attractive du soleil, les planètes, surtout Jupiter et Vénus, seraient à même de changer l'obliquité de l'écliptique de 10 à 12 degrés. Mais le puissant monarque du système planétaire réprime ces efforts, et empêche que l'obliquité ne pourra jamais varier de plus de 2 à 3 degrés. En général, tout le système du monde semble aujourd'hui osciller autour d'un état moyen, d'où il ne s'éloigne que très-insensiblement de côté et d'autre. Les combats violens des grandes forces de la nature ont cessé; nous vivons à une époque de calme physique, mais nous voyons autour de nous les traces des révolutions antérieures. Elles vont devenir l'objet de nos méditations.

Equilibre stable du système planétaire.

LIVRE TRENTE-NEUVIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Des Révolutions arrivées à la surface du Globe. Des Systèmes géologiques.

Nous avons décrit l'état physique actuel du globe terrestre ; à chaque pas que nous avons fait dans cette carrière, nous avons pu nous convaincre que l'ordre de choses qui subsiste aujourd'hui, a dû être précédé par plusieurs ordres différens. L'existence du monde matériel n'est qu'une série des métamorphoses ; comme l'onde se mêle à l'onde, les élémens, agités d'un mouvement continuel, se confondent, se remplacent, se combinent sous mille formes renaissantes. Dans ce flux et reflux de l'être et du néant, nous flottons comme la feuille légère qu'une seule et même vague apporte, soulève, entraîne et engloutit. Comment donc espérerions-nous d'embrasser par la pensée l'immense chaîne des révolutions que notre globe a pu subir? Nous marchons sur des débris ; mais savons-nous de combien de mondes antérieurs? Les siècles ont entassé ruines sur ruines ; à chaque pas nous foulons des monumens où la main de la nature grava l'histoire du globe ; mais leurs inscriptions sont conçues dans un langage hiéroglyphique, dont la clef peut-être ne sera jamais trouvée.

Vues générales.

Les faibles clartés que le raisonnement ou l'expérience ont fournies, se rapportent à deux classes de changemens qui se sont opérés sur le globe. Les uns se renouvellent sous nos yeux, ou du moins ont eu pour témoins des hommes qui nous en ont transmis la mémoire. D'autres révolutions ne nous sont connues que par des effets qui nous étonnent, par des traces qu'on doit suivre en silence, bien résolu de s'arrêter où elles cessent de nous guider. Il importe de séparer par une ligne sévère,

Deux classes de révolutions terrestres.

cette classe des *faits supposés* de celle des *faits prouvés*. Mais déjà dans l'antiquité l'enthousiasme a singulièrement embrouillé cette question; les faiseurs de systèmes géologiques ont cité comme des faits historiques, des événemens qui n'ont aucune garantie contemporaine et solide; les vagues descriptions des poètes, et même les traditions populaires ont été recueillies et répétées sans aucune espèce de critique; Aristote se plaignait en Grèce de cet abus; plus tard, Pline l'introduisit à Rome. Quant aux modernes, qui ont entrepris d'écrire l'histoire des changemens arrivés à la surface du globe, ils ont mieux aimé étaler une érudition facile, en compilant de nouveau ce que les anciens avaient compilé avant eux, que de faire usage de cet art difficile par lequel on distingue les faits précis et prouvés, des traditions incertaines, vagues et inutiles pour la science. C'est un travail au-dessus de nos forces, que de rétablir sur ce point la vérité historique dans toute sa pureté; mais au moins nous tâcherons de ne pas répéter toutes les fables dont les géologues ont orné les premiers siècles de l'histoire.

Confusion des faits supposés et des faits prouvés.

Les changemens dont on peut prouver la réalité, portent des caractères très-différens. Les uns ont été opérés avec la plus inconcevable rapidité; dans la progression imperceptible des autres, on s'aperçoit que la puissance du temps est infinie.

De toutes les forces connues, il n'y en a aucune qui n'ait contribué, pour si peu que ce soit, à changer la surface du globe; le feu joue le rôle le plus bruyant; mais l'eau semble avoir eu une sphère d'activité encore plus grande. L'air cache derrière son apparence de faiblesse une très-grande force destructive et recomposante. La terre elle-même, en obéissant aux lois de l'équilibre, a concouru à modeler sa surface. Enfin, les travaux de l'homme, quoiqu'en dernier rang, figurent dans quelques coins de ce vaste tableau.

Causes qui changent la surface de la terre.

Nous allons parcourir rapidement les fastes du globe,

Décomposition par l'air et les météores.

L'atmosphère produit des météores, dont les effets, lents, mais continuels, doivent, en s'accumulant de siècle en siècle, former une somme immense. Les vents, qui déracinent des forêts entières, ont posé de loin les fondemens des houillères. Les pluies, en ruisselant des flancs de la montagne, en dégarnissent et en hérissent une partie, tandis qu'elles en arrondissent et en élèvent d'autres. La grêle, la neige se rassemblent en vastes glaciers, d'où sortent les fleuves impétueux qui excavent la vallée. *Ramond* a vu que les sommets des Pyrénées étaient partout sillonnés par la foudre.

Mais l'air, à lui seul, a une force dissolvante très-considérable. Il décompose à la longue toutes les substances connues. La roche la plus solide se fend, et se divise en pierres; les pierres se brisent, se délaient, et forment du gravier, du sable, que les vents et les eaux courantes entraînent loin du sol qui les vit naître. La chaleur et l'humidité, en se succédant, accélèrent cette dégradation lente qui se continue sous nos yeux.

L'air dissémine la poussière fructifiante des plantes, transporte des nuages entiers de sable et de cendre volcanique, tient en dissolution beaucoup de parties aquatiques, salines et terreuses. Il contribue donc incontestablement à changer la surface de la terre.

Extension des sables mouvans.

Cette action de l'air devient surtout sensible dans l'extension continuelle des *sables mouvans*. On en a vu de grands effets, près Saint-Paul-de-Léon en Bretagne, où un village entier a été enterré sous les sables, de manière qu'on n'en voit plus que le clocher (1). L'Angleterre, le Jutland, et la Scanie, ont éprouvé, et éprouvent encore des inondations semblables. Au Groenland, la fameuse chaîne de collines de pure glace, nommée l'*Isblink*, est située entre deux caps, formés de sables mouvans que les vents portent quelquefois sur des vaisseaux éloignés

(1) Mémoires de l'académie des sciences de Paris, 1722.

de plus de 12 lieues (1). Ainsi, les phénomènes des déserts africains se retrouvent près du pôle. Nous avons vu dans le Jutland des endroits où le sable étant d'une extrême finesse, présente comme une masse fluide dans laquelle on peut se noyer. On conçoit que le vent peut entraîner cette poudre à des distances considérables, et créer de cette manière des déserts de sable.

Les travaux de l'homme, en pavant des rues, en bâtissant des maisons, en portant de l'engrais sur les champs, en élevant des digues le long des fleuves, tendent insensiblement, mais puissamment, à exhausser le terrain. On s'en aperçoit surtout dans les villes, auprès des anciens édifices. Pour entrer au panthéon de Rome, il fallut autrefois monter huit degrés, aujourd'hui il faut en descendre autant. Il n'est pas à présumer que l'édifice se soit enfoncé, car il a conservé le même niveau depuis deux siècles (2). Travaux de l'homme.

Les plantes aquatiques changent souvent un marais en une prairie humide. Ce sont d'abord les *hippuris*, les *utriculariæ*, les *equisetum* et divers joncs, qui forment avec leurs racines entrelacées un tissu flottant sur l'eau boueuse; ensuite le *sphagnum palustre* se répand sur toute la surface, aspire l'eau comme une éponge, et crée un lit aux bruyères et aux lichens qui tous les ans exhaussent le terrain par leurs dépôts. D'autres fois, une baie tranquille se peuple des *nymphea*, des *arundo phragmites* et d'autres plantes qui retiennent les parties terreuses, rejetées par les eaux du dehors. Dès que ce limon a pris un peu de solidité, on y voit germer des saules, des osiers et d'autres arbres, appartenant aux espèces qui aiment le sol aquatique (3). Changemens dus aux végétaux.

La végétation contribue encore de diverses manières à changer l'aspect de la terre. Regardons cette plante si mince, cette mousse qui s'élève le long des murs d'un

(1) *Crantz*, Relation du Groenland. *Egede*, etc., etc.
(2) *Bergmann*, Géographie-Physique, § 148, II, 170.
(3) *Misson*, Voyage d'Italie, II, 195.

palais désert : en se décomposant et en renaissant, elle aura, dans quelques siècles d'ici, couvert et enterré ces masses orgueilleuses que le luxe éleva pour loger la suprême puissance. Les cadavres des plus vils animaux s'entassent où brillaient les trônes des monarques. Les broussailles couvrent le temple de Jupiter Olympien, et les tours de Babylone rampent sous l'herbe.

Ebouleмens et renversemens de montagnes.

Les *éboulemens* et *renversemens* de montagnes ont souvent des causes étrangères aux explosions volcaniques et aux tremblemens de terre. Tantôt ce sont les eaux d'un fleuve rapide, d'un lac agité ou même d'un courant souterrain qui rongent, creusent, minent sourdement une masse de rochers ou de terrains solides. Des couches de sable, de gravier, d'argile, de craie, qui servaient de support, sont ou dissoutes ou entraînées ; un vide existe, la masse supérieure s'y enfonce par son propre poids. D'autres fois des eaux souterraines pénètrent sous un terrain nouveau, sous une couche végétale ; elles supportent d'abord cette croûte, puis la détachent, la déchirent, et enfin l'entraînent par lambeaux ou l'engloutissent toute entière.

Tantôt c'est une fissure quelconque au moyen de laquelle une partie d'une montagne se détache de sa masse principale, et, privée par-là de son point d'appui naturel, est obligée d'en chercher un autre, en se renversant ou bien en glissant. Ces sortes de fissures proviennent, dans les roches argileuses, d'un simple desséchement, accompagné de la retraite de certaines particules ; dans les roches calcaires, une espèce de fermentation pourrait bien y contribuer ; dans les roches granitiques, enfin, elles sont dues ce nous semble à la décomposition de certains feuillets d'une cristallisation moins forte, attaqués par l'oxigène de l'atmosphère. Le granite de Finlande, nommé *rapahiwi*, se décompose lorsqu'il y domine une espèce de mica ferrugineux, sulfuro-ferrugineux (1).

(1) *Gadd*, Dissert. sur le granite, cité par *Bergmann*, Géog.-Phys., § 151.

Bergmann a souvent vu le pétrosilex se couvrir d'une croûte peu cohérente, laquelle, enlevée par les eaux, mettait à nu des liserets de quartz et des grenats ferrugineux. Ainsi, les montagnes peuvent se détruire même par l'influence de cette humidité insensible, qui est inhérente à toutes les substances terrestres.

Sans doute, ces deux genres d'éboulement ont dû contribuer à la formation de la surface actuelle du globe. Partout nous n'apercevons que débris et ruines; ces bancs de roche courbés, renversés, brisés; ces lacs profondément creusés; ces cavernes qui descendent vers l'abîme; ces pics qui cherchent les cieux, ces immenses escarpemens autour de toutes les mers du globe, ces Alpes qui se penchent au-dessus de l'Italie; ces Andes qui plongent dans l'Océan leurs flancs gigantesques; ces forêts, ces races de quadrupèdes, ces animaux aquatiques ensevelis pêle-mêle, tout indique à notre pensée effrayée et attristée, que de vastes affaissemens ont contribué à donner au globe son aspect actuel. Affaissement général du globe.

M. Deluc a très-heureusement rattaché à cette vérité physique la tradition consacrée d'un déluge universel. Selon lui, cette catastrophe qu'on a voulu représenter comme impossible et absurde, peut se concevoir physiquement par la seule supposition d'un affaissement général de la terre habitée; alors les eaux de la mer, au lieu de s'élever, comme on se le figure ordinairement, n'ont eu besoin que de suivre les lois de la pesanteur, pour recouvrir le monde *ante-diluvien* et pour laisser à sec nos continens actuels.

Mais nous ne voulons parler ici que des faits dont l'histoire a conservé les détails.

Les éboulemens qui proviennent d'une excavation faite par des eaux, arrivent tous les ans dans les pays montagneux, le long des rivières. C'est ainsi que le Rhône a formé la voûte sous laquelle il semble se perdre. C'est ainsi que l'Adige, en 1767, engloutit la ville de Neumark et autres. Dans la Norvège méridionale, le rapide Glom- Éboulemens par excavation.

men descend du sommet des monts Dofrines vers la mer du Nord, et forme un peu au-dessus de son embouchure la belle cascade de Sarpen. Le remous des eaux de la cascade avait creusé sous le rivage une mare souterraine à 100 toises de profondeur. Le 5 février 1702, le château de Borge, avec toutes ses dépendances, s'enfonça dans ce trou et y disparut totalement, de sorte qu'on ne vit à sa place qu'un lac de 800 pieds de long, sur 300 à 400 de large (1).

Le désastre de la ville de Pleurs, dans le pays de Chiavenna, provint d'une cause semblable. Des ruisseaux et des sources sans nombre creusaient les fragiles bases du mont Conto; le 25 août 1618, les quartiers de rocher dont cette montagne était composée, se détachèrent l'un de l'autre et roulèrent sur la ville qu'ils ensevelirent, ainsi que le bourg de Schilano; il y périt 2430 individus; un lac couvrit la place où s'élevaient 200 maisons élégantes : tout l'or que le commerce y avait amassé pendant un siècle, fut en un clin d'œil rendu au sein maternel de la terre (2).

Les plaines éprouvent d'autres sortes d'éboulemens. Les terrains tourbeux, suspendus sur l'eau, s'affaissent sous le poids des forêts, des maisons et des habitans. L'Irlande voit tous les ans le nombre de ses lacs s'accroître par l'enfoncement des tourbières. C'est à ces enfoncemens que les *forêts souterraines*, du moins en partie, doivent leur origine. Il y en a, comme sur les côtes de Lincoln (3), qui sont formées conjointement par l'affaissement des côtes marécageuses, et par d'anciennes invasions de la mer. Mais pour la plupart, elles se rencontrent dans des tourbières; ainsi, dans l'île de Man, il se trouve au milieu d'un marais, à 20 pieds de profondeur, des sapins encore sur leurs racines. A Hatfieldchace, on voit des arbres qui ont à côté d'eux leurs noix et leurs glands. La

Origine des forêts souterraines.

(1) *Pontoppidan*, Hist. nat. de la Norvège, I, ch. 3, § 14.
(2) *Camerari*, Dissertat. VI.
(3) *Corrêa de Serra*, dans les *Annales des Voyages*, I, 169 *sqq.*

Hollande, la Suisse, la France offrent d'autres faits semblables ; mais c'est la Suède qui nous fournit l'exemple le plus curieux : près d'Asarp, en Westrogothie, il y a deux tourbières composées d'un limon épais et d'une tourbe légère ; on y voit une grande quantité de troncs et de racines qu'on enlève tous les ans pour s'en servir en guise de combustible ; l'année suivante, on en trouve encore la même quantité, ce qui provient sans doute d'un immense amas d'arbres ensevelis dans cette tourbière, et que le dégel annuel soulève (1).

Dans la marche électorale de Brandebourg, il y a le lac d'Arendt, formé par deux écroulemens, l'un arrivé à ce qu'on croit en 815, l'autre en 1685. Combien de lacs ainsi formés en Prusse et en Pologne ! Combien d'autres événemens de cette nature, dont la mémoire s'est perdue, ou que la tradition a défigurés ! Strabon nous apprend qu'à l'entour du lac Copaïs en Béotie, les écroulemens étaient très-fréquens, et changeaient souvent le cours de la rivière de Cephissus, qui, à la fin, s'écoulait par des canaux souterrains, construits de mains d'hommes. Comme aujourd'hui ces canaux ne sont plus entretenus, et que le lac Copaïs est changé en un marais, on se demande que deviennent les eaux de Cephissus ? Il ne paraît que trop probable qu'elles ont creusé un réservoir souterrain, un lac invisible, mais qui peut-être un jour engloutira la Béotie, et renouvellera ainsi *le déluge d'Ogygès*.

Lacs formés par écroulemens.

Nous avons parlé des lacs souterrains, et entre autres de celui de l'*Ost-Frise*, qui était à découvert dans le XIIe siècle ; peu à peu il s'est formé à sa surface une croûte de matières tourbeuses et limoneuses, qui à leur tour se sont recouvertes de terres végétales. Aujourd'hui, cette croûte est assez forte pour qu'on passe en voitures dessus, et pour qu'on y laboure, sème et moissonne. Cependant les habitans y font des trous de deux à quatre pieds de profondeur, pour trouver l'eau qui leur sert à rouir leur lin. Il existe proba-

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, II, 244. *Rothof*, Mém. de l'Acad. des Sciences de Stockholm, 1767.

blement un lac souterrain, près Narbonne, dans le territoire de Livière. On y voit cinq gouffres, nommés les *Œliols*, d'une profondeur extraordinaire et remplis de poissons ; la terre qui les environne, tremble sous les pas des paysans hardis que la pêche y attire.

Terrains suspendus sur des lacs.

On conçoit facilement les désastres qui de temps en temps manifestent l'existence de ces lacs souterrains dans des endroits où personne ne les soupçonnait. En 1792, on vit un lac se former dans la ville de Lons-le-Saulnier ; plusieurs maisons y disparurent, ainsi qu'une portion de la grande route de Lyon à Strasbourg (1). On pense que c'était un ancien étang d'eau salée, où il s'était d'abord formé une pellicule, puis une croûte légère de végétaux, et enfin un terrain solide en apparence ; mais une grande sécheresse ayant fait baisser les eaux souterraines, cette croûte manqua de support et dut s'enfoncer. Le mont Jura présente de nombreux vestiges d'enfoncemens semblables. Les Pyrénées, autre chaîne calcaire, en offrent également. Buffon rapporte qu'une montagne, en 1678, s'étant écroulée dans des cavités souterraines remplies d'eau, causa une forte inondation dans une partie de la Gascogne. Les Alpes Juliennes, où est le fameux lac de Cirknitz, renferment dans leurs nombreuses cavernes beaucoup de réservoirs semblables.

Sénèque avait donc raison de dire : « Dans quel lieu » du globe la nature n'a-t-elle pas des eaux à sa disposi» tion pour nous assaillir quand elle voudra ? Presque » partout nos fouilles aboutissent à trouver de l'eau. Ajou» tez ces immenses lacs invisibles, ces mers souterraines, » ces fleuves qui roulent dans une éternelle nuit. Combien » de causes d'inondation dans ces eaux qui coulent et » au-dessous, et autour de nous ! Long-temps captives, » elles se mettront en liberté..... Les roches entr'ou» vertes de toutes parts fourniront autant de courans d'eau » qui s'élanceront vers l'Océan..... Ces déluges d'eau

(1) *Bertrand*, Nouv. principes de géologie, p. 198.

» ou de lui arrivent quand il plaît à Dieu de recommencer un ordre plus parfait de choses. »

Nous allons parler des éboulemens dans lesquels l'eau n'a pas exercé une influence immédiate et dominante : car rarement il arrive un désastre auquel cet élément soit tout à fait étranger.

Montagnes sans cohérence.

Beaucoup de montagnes, ainsi que nous l'avons vu, sont originairement composées de grandes pierres absolument détachées l'une de l'autre. Il y a beaucoup de montagnes semblables entre la Norvége et la Suède. Une coupe transversale du mont Quedlie montre un banc de 40 toises, composé de petites pierres plates, tantôt calcaires, tantôt sablonneuses, et toujours sans aucune liaison, sans aucun ciment. La plus faible secousse suffit pour faire ébouler ces amas formés par des révolutions antérieures aux temps historiques.

Effets du froid.

Assez d'autres causes concourent à décomposer les montagnes les plus solides. Le froid extrême fait souvent crever et sauter de gros blocs de rocher. Dans la Westrogothie, près Hunneberg, on voit deux piliers réguliers détachés d'un rocher par la seule force du froid (1). La Norvége éprouve beaucoup de ravages par des avalanches de pierres, dues à de semblables effets du froid. Dans les climats plus doux, l'action successive du froid et du chaud n'est pas moins destructive quoique plus paisible. Dans ces mêmes montagnes de Westrogothie, dont nous venons de parler, Bergmann a observé que les rochers de trapp avaient une croûte plus pâle et plus poreuse du côté du soleil.

Squelettes de montagnes.

En beaucoup d'endroits, les squelettes des montagnes attestent ces changemens. Près d'Adersbach en Bohême on se promène dans un labyrinthe de blocs de grès, posés perpendiculairement, hauts de 100 à 200 pieds, et d'une périphérie égale à la moitié de leur hauteur. Ces colonnes ou plutôt ces tours carrées occupent un espace d'une

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, II, 242.

lieue et un tiers de long sur une demi-lieue de large. Un ruisseau y serpente et s'y perd dans un gouffre. Des arbres et des arbustes mêlent leur verdure aux masses grisâtres des rochers. Ce labyrinthe est évidemment le reste d'une montagne dont les parties les moins solides se sont écroulées et ont été entraînées par les eaux courantes. Les fameuses *pierres de Carnac*, dont le vulgaire a fait un temple des Druides, ne nous ont paru être qu'un labyrinthe d'Aderbach en petit. D'autres contrées en offrent les pendans, tels que le Stonehenge, en Angleterre; le Greiffenstein, en Saxe; les rochers de Svit-Féène, à la Chine, et plusieurs assemblages d'énormes pierres dans les Cordillières du Pérou. Les nations primitives choisirent ces lieux, pleins de la puissance divine, pour y exercer le culte qu'elles vouaient à des êtres d'une nature supérieure.

Effets combinés de ces causes.

L'action lente, mais continuelle et combinée de toutes les causes que nous venons d'indiquer, amène les catastrophes les plus étonnantes.

Les débris des monts Diablerets, en Suisse, offrent, dit-on, une scène très-pittoresque : des portions de bois et de pâturages échappés au désastre commun, des rochers brisés, démantelés, fendus de haut en bas, et qui semblent annoncer de nouveaux bouleversemens; des torrens qui, forcés de se creuser un nouveau lit, rongent le tronc des mélèzes et des sapins, à demi-noyés dans leurs flots; tels sont les groupes variés qui ornent ce théâtre de dévastation.

Ce fut, selon l'Histoire de l'Académie des Siences, au mois de juin 1714, mais, selon M. Bourrit et autres écrivains du pays, le 23 septembre 1713, que les sommets des Diablerets tombèrent tout-à-coup, et couvrirent une étendue d'une bonne lieue carrée de leurs débris qui forment souvent un lit de pierres, épais de 30 verges et davantage. Quoique plusieurs centaines de cabanes eussent été ensevelies dans ces ruines, il n'y périt heureusement que dix-huit personnes. Les bœufs, et surtout les chèvres et

les moutons en furent les principales victimes. La poussière qui s'éleva lors de la chute de la montagne, produisit pendant quelques instans une obscurité semblable à celle de la nuit, quoique l'événement eût lieu à trois heures après-midi, par un temps serein (1).

Nous avons une relation plus satisfaisante de l'éboulement d'une montagne, qui eut lieu en 1751, près de Sallenche en Savoie. Le naturaliste Donati décrit ainsi cet événement. Une grande partie de la montagne située au-dessous de celle qui s'écroulait, était composée de terres et de pierres, non pas disposées en carrières ou par lits, mais confusément entassées. D'anciens éboulemens de ces pierres avaient laissé peu à peu sans appui le rocher principal de la montagne supérieure. Cette masse se composait de cinq bancs horizontaux et distincts : les deux premiers étaient d'une ardoise fragile ; les deux suivans offraient un marbre coquillier, fendu transversalement à ses couches ; dans le cinquième, l'ardoise reparaissait, mais ses feuillets étaient dans une position verticale et entièrement désunis. Les eaux de trois lacs, creusés dans ce dernier banc, pénétraient continuellement par les fentes de la montagne ; les neiges abondantes de l'an 1751, augmentèrent les efforts de ces eaux, et déterminèrent la chute de trois millions de toises cubes de rochers, volume qui seul suffirait pour former une grande montagne. La chute de cette montagne avait été accompagnée d'une poussière extraordinairement fine, et qu'on avait prise pour de la fumée, parce qu'elle se soutint plusieurs jours ; le bruit se répandit qu'un nouveau volcan avait fait une éruption au milieu des Alpes, où l'on n'avait jamais connu les ravages des feux souterrains. Mais Donati, envoyé sur les lieux, dissipa ces craintes mal fondées (2).

Il y a encore un autre genre de catastrophes qui n'est pas moins curieux dans ses causes, ni moins funeste

Terrains qui glissent.

(1) *Bourrit*, Descript. des Alpes Pennines, etc. *Ebel*, Itinéraire, II, 26.

(2) *Donati*, cité par *Saussure*, Voyages, § 493.

dans ses effets : c'est lorsqu'une couche de terre ou de roche glisse sur un autre terrain sans se briser, sans se morceler. On a vu, il y a quelques années, le commencement d'un événement de cette nature à Solutré, près de Mâcon. Après de grandes pluies, les couches de terre qui se trouvaient sur la montagne de Solutré, glissèrent sur les bancs de pierres calcaires qui forment le corps de la montagne ; elles avaient déjà cheminé plusieurs centaines de toises ; déjà le village allait être enseveli lorsque les pluies cessèrent, et ce terrain mouvant s'arrêta (1). On cite encore dans ce genre un fait bien plus étonnant ; une partie du mont *Goïma*, dans l'état de Venise, se détacha pendant la nuit, et glissa avec plusieurs habitations qui furent entraînées jusque dans la vallée prochaine ; le matin à leur réveil, les habitans qui n'avaient rien senti, furent très-étonnés de se voir au fond d'une vallée, et crurent long-temps qu'un pouvoir surnaturel les avait transportés par l'air dans quelque climat lointain, jusqu'à ce qu'en examinant les environs, ils aperçussent les traces de cette révolution qui les avait si merveilleusement épargnés.

Souvent divers désastres s'enchaînent ; les déluges naissent des éboulemens et en occasionnent de nouveaux.

Effets des éboulemens. En 1772, la montagne de Piz, dans la marche de Trévise, état de Venise, se fendit en deux ; une partie se renversa et couvrit trois villages avec leurs habitans. Un ruisseau, arrêté par les décombres, forma en trois mois un lac. La partie restante de la montagne s'y précipita, le lac déborda, beaucoup de monde y périt, plusieurs villages sont encore ensevelis sous les eaux (2).

Cet aperçu suffit pour faire connaître la différence qu'il y a entre un éboulement et un tremblement de terre, catastrophes trop souvent confondues par les anciens, et encore aujourd'hui par le vulgaire. Les effets sont souvent les mêmes, le mode d'agir et les causes diffèrent. Il y a

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, t. V, § 1420.
(2) Géographie de *Gaspari*, en allemand, tome I, page 370.

des éboulemens sans secousses volcaniques, mais celles-ci occasionnent souvent des éboulemens. Le seul point de coïncidence nécessaire, c'est que les grandes pluies, tombant après de grandes sécheresses, amènent également des éboulemens et des tremblemens de terre : les derniers, en développant dans le sein de la terre des gaz expansibles et inflammables ; les premiers, en faisant gercer, en ramollissant et en séparant les couches des montagnes. Les anciens croyaient empêcher les tremblemens de terre, en creusant dans les villes et à l'entour, des fossés et des puits profonds, pour ouvrir un chemin aux vapeurs souterraines. Il est plus sûr que les hommes sauraient, avec quelqu'attention, éviter les funestes effets des éboulemens. D'abord en choisissant l'emplacement d'une ville ou d'un village, on doit niveler les hauteurs voisines, et examiner la solidité ou la caducité des rochers. Alors il est, généralement parlant, facile de se placer hors de la direction des éboulemens possibles. Un naturaliste grec prédit aux Spartiates la chute d'une partie avancée du mont Taygète, qui, peu après, écrasa un quartier de leur ville. Des canaux d'écoulement pour débarrasser les montagnes de leurs eaux surabondantes, des réservoirs où l'on réunisse ces eaux pour les distribuer aux campagnes, aux fabriques ; des digues, des murailles, peut-être de profonds fossés pour arrêter ou amortir les chocs des avalanches, voilà ce que l'industrie humaine peut opposer à ces forces redoutables de la nature, dont un des plus utiles effets est d'éveiller notre intelligence et d'enflammer en l'irritant notre courage.

Si l'on peut prévenir ou prévoir les éboulemens ?

En traçant l'hydrographie terrestre, nous avons déjà considéré les forces très-considérables des eaux courantes, et les éboulemens que nous venons de décrire nous en montrent plusieurs effets. Leur action est encore plus générale. Le torrent vagabond qui roule des rochers et des forêts déracinées ; la rivière profonde, qui lentement mine les montagnes dont elle baigne les pieds ; le fleuve large et puissant, qui change à son gré l'emplacement de son lit, et tantôt crée, par ses dépôts, un delta d'Égypte,

Effets des eaux courantes.

tantôt en engloutissant de vastes terrains, produit de nouveaux lacs, comme par exemple, le lac Biesbosch en Hollande; voilà des forces qui, mises en œuvre par la nature pour qui les siècles ne sont que des instans, ont pu suffire à opérer une très-grande partie des changemens que les terrains secondaires et tertiaires ont éprouvés.

Excavation dans les rochers par l'eau.

Nous citerons quelques exemples de changemens très-singuliers, dus à la seule action des eaux courantes. Sur le mont *Limur*, en Norvège, on voit deux routes creusées dans un rocher de marbre, l'une au-dessus de l'autre. Le marbre, épais seulement de 3 doigts, qui les sépare, laisse apercevoir à travers ses fentes, une rivière coulant dans la route la plus basse. Il paraît que les eaux d'un lac situé à quelques centaines de pieds plus haut, se sont successivement creusé ces deux débouchés à travers le rocher. C'est ainsi que la rivière *Gaulen*, dans le même pays, se perdit en 1344, et reparut quelques années après avec une extrême violence, en roulant devant elle les débris de la prison souterraine où elle était descendue (1). Le mont Jura et en général toutes les montagnes calcaires, offrent des faits du même genre. Le lac de Joux, celui de Grand-Vaux et bien d'autres, ont creusé dans le roc les entonnoirs par où découlent leurs eaux. Quelquefois lorsque les parois de la route sous laquelle les eaux se frayaient un chemin, étaient rongées et excavées à un certain point, le toit de la route devait s'écrouler; alors il se formait tantôt une gorge coupée à pic, à travers laquelle les eaux s'enfuyaient, comme près d'Orgelet sur la route de Saint-Claude (2); tantôt l'issue de la vallée, barrée par les décombres, forçait les eaux à donner naissance à un lac, tel que celui de *Sillan*, près Nantua (3).

Entonnoirs.

Un autre phénomène singulier se présente dans les en-

(1) *Pontoppidan*, Hist. naturelle de la Norvège.
(2) *Bertrand*, Nouv. Principes de Géologie, p 175.
(3) *Ibidem*, *ibidem*, p. 178. Comp. *Saussure*, Voyages, § 384.

chinoirs sans issue, qu'on appelle en Suède *chaudières de géans*. Ce sont des excavations circulaires, quelquefois tournées en spirale, ayant les côtés très-lisses, situées la plupart sur les flancs des montagnes, et contenant souvent au centre une pierre arrondie. Le voyageur Kalm a observé de ces enfoncemens aux Etats-Unis près le fort Nicolson. On en cite des exemples observés en Suisse et en Sibérie; mais ils s'y rencontrent uniquement dans la roche calcaire sulfatée (1). Au contraire, ceux de la Suède et des Etats-Unis existent de préférence dans le granite. Selon Bergmann, ils ont été formés par des eaux courantes qui s'y engouffraient et qui y faisaient tournoyer une pierre détachée d'un rocher voisin (2). Chaudières de géans.

En admettant cette explication, les chaudières des géans prouveraient incontestablement qu'il y a eu un temps où le granite n'était pas plus dur que nos pierres de plâtre.

Il y a beaucoup de lacs qui tiennent en dissolution des substances salines, terreuses, métalliques, bitumineuses; ces substances forment quelquefois des dépôts simples; d'autres fois, elles sont entraînées au fond du lac, par une précipitation chimique. Plusieurs causes peuvent y concourir. Les différens gaz et acides dont les eaux de ces lacs sont chargées, peuvent faire naître des cristallisations; un refroidissement dans les lacs qui jouissent d'un certain degré de chaleur, peut encore avoir le même effet. Il est certain que les restes des êtres qui vivent et meurent dans ces eaux, y forment des couches de terre calcaire. Des arbres, des végétaux, qui y sont entraînés par les eaux courantes, forment des îles flottantes qui peu à peu se lient, s'étendent et finissent, soit par couvrir les lacs d'une croûte de terre, soit par s'y enfoncer et en exhausser le fond. Ajoutons que plus une masse d'eau stagnante perd en profondeur, plus elle s'évapore; Desséchement des lacs.

(1) *Patrin*, Histoire naturelle des minéraux, III, 201. *Saussure*, Voyages, § 1238. (2) *Bergmann*, Géog.-Phys., II, 228.

car la vaporisation de l'eau est toujours en raison directe de sa surface, et en raison inverse de sa profondeur, comme les expériences le prouvent. Il y a, dans tous les pays montagneux et marécageux, de nombreux exemples de petits lacs qui se sont desséchés par une de ces causes; on peut donc, sans témérité, croire que les mêmes phénomènes ont eu lieu en grand, et que plusieurs grandes plaines ont été formées dans des méditerranées, comme par exemple, une partie de celles qui bordent la mer Caspienne (1).

Débâcle des lacs encombrés.

Les encombremens d'un lac commencent par resserrer son bassin; mais le lac recevant toujours la même quantité d'eau, il se déborde nécessairement; et s'il parvient à se précipiter dans d'autres lacs inférieurs, il peut produire des débordemens successifs, qui changent la surface des terrains environnans. Ces efforts seraient plus violens, si des lacs glacés et trop remplis d'eau venaient à débâcler simultanément. Les eaux, dans ce cas, seraient peut-être animées d'une force si impétueuse, qu'elles pourraient renverser tout ce qui se rencontrerait sur leur chemin, faire de larges échancrures dans les chaînes de montagnes, et ainsi former de grandes vallées. Cette idée a été développée par *Sulzer*, et outrée par *Lamanon* (2). Elle se présente très-naturellement, lorsqu'on considère les grands lacs de l'Amérique septentrionale qui s'écoulent l'un dans l'autre, et tous à la fin dans le fleuve Saint-Laurent. Si les terrains qui bordent l'Ohio, et où l'on trouve les os des mammouths, sont imprégnés de sel; si la plaine qui entoure le fleuve des Amazones est, comme on dit, absolument composée de terres molles et dépourvues de pierres; si l'on trouve sur la plaine de Crau en Dauphiné, les mêmes galets et cailloux roulés, que sur les bords du lac de Genève; toutes ces circonstances peuvent s'expliquer au moyen de l'écoulement des lacs intérieurs; mais la certitude his-

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1417.
(2) *Lamanon*, Journal de physique, 1780, décembre, p. 474.

torique manque, et manquera toujours à ces hypothèses.

Il est d'ailleurs certain que les vallées ont dû préexister, pour que l'écoulement des eaux se fît. Ainsi, tout ce qu'on peut accorder à cette théorie de l'excavation du terrain par des courans d'eau, doit se borner à des effets qui ne regardent que les couches superficielles.

Les eaux de la mer diminuent-elles?

Nous abordons une question qui a beaucoup occupé les géographes-physiciens; les eaux de la mer ont-elles diminué?

Commençons par définir le sens de la question. Il ne s'agit point de ces fluides, marins ou autres, qui à diverses époques couvraient le globe, et dans lesquels vivaient les innombrables coquillages, madrepores et polypes, que nous avons vus exister jusque sur le sommet des plus hautes montagnes. Il est évident que ces fluides ont disparu; mais le mode lent ou rapide de cette disparition, et ses causes internes ou externes, ne peuvent nous être connues que par conjecture. L'homme n'existait point lors de ces révolutions qui ont entassé les uns sur les autres, les restes des animaux de mer et d'eau douce. Il n'est question que des changemens qu'a pu subir la mer du globe terrestre, depuis la dernière révolution qui créa nos continens actuels. Ici la réponse devient possible.

Une expérience assez longue, celle de plus de vingt siècles éclairés par le flambeau de l'histoire, semble prouver que la mer actuelle, considérée quant à son volume et à sa masse totale, est dans un état parfaitement stationnaire; de sorte que l'évaporation de ses eaux est égale à la quantité dont les fleuves l'augmentent, et que son étendue n'est ni diminuée, ni augmentée. Mais des circonstances locales, comme par exemple, le défrichement des terres, la destruction des forêts, l'engorgement ou le déblaiement des rivières, peuvent pour un certain temps faire varier le niveau de quelques mers intérieures. D'autres causes temporaires ou locales peuvent produire, dans l'océan même, non pas une augmentation ou diminution de volume, mais de petites oscillations qui, en

faisant sortir les eaux de leur équilibre, occasionnent d'un côté les petites retraites de la mer, par conséquent la formation des nouveaux terrains; et d'un autre côté, de petites invasions de la mer sur la terre. Ces changemens se compensent mutuellement, et sont de trop peu d'étendue, et surtout trop variables pour influer sensiblement sur la forme des grands continens.

Manière dont la mer opère des changemens.

La mer actuelle travaille en deux manières à changer la forme de ses rivages. Elle crée de nouveaux terrains en y déposant du sable, du gravier, des coquillages et des plantes marines; en repoussant et retenant le limon et les autres matières apportées par les fleuves; en minant les montagnes qui bordent la côte, ce qui produit des éboulemens; en se retirant elle-même, soit parce que les fleuves apportent une moindre quantité d'eau, ou parce que d'un autre côté elle a conquis quelque terrain sur lequel elle a étendu une partie de ses eaux. Elle a envahi des terrains anciens, en les minant et les faisant crouler ou en s'élevant au-dessus de son niveau, lorsque, par une cause quelconque, son bassin aura été resserré en d'autres endroits.

Les mers de l'Europe étant les mieux observées, nous fourniront les preuves de nos assertions. Commençons par la Méditerranée.

Changemens dans la Méditerranée Orientale.

Nous avons vu qu'en prenant dans Homère le nom d'*Egyptos* pour celui du fleuve, et non pas pour celui du pays (1), on pouvait se dispenser d'admettre que la mer a comblé le prétendu ancien golfe qui entrait dans l'Égypte jusqu'à Thèbes, et qui séparait d'une journée de navigation l'île du Phare de la terre-ferme, comme on l'affirme communément. Quelques attérissemens moins considérables ont sans doute eu lieu depuis l'époque ou Hérodote nous donne la première description de ce pays; ils sont dus moins encore au limon qu'entraîne le fleuve, qu'aux vents qui emportent avec eux les sables des déserts voisins. C'est ce qui arrive encore journellement sur les

(1) Voyez notre vol. I, liv. II, p. 41.

côtes de l'Égypte. Le port d'Alexandrie s'encombre ; la ville de Damiette, dont la mer baignait les murs aux temps de Louis IX, s'en trouve aujourd'hui considérablement éloignée. En compensation, le lac Menzaléh paraît s'être formé, soit par l'écoulement d'un bras du Nil, dont on aurait négligé le curage, soit par une irruption de la mer (1).

Le long des côtes orientales de la mer Méditerranée et de ses golfes, on observe peu d'attérissemens. Cependant l'île de Tyr a été unie au continent par une main plus puissante que celle d'Alexandre. Le Méandre a comblé peu à peu la vallée dans laquelle il coule, et qui jadis était un golfe. Les habitans de Milète et d'Éphèse, ont plusieurs fois changé l'emplacement de leurs villes, en suivant la mer qui s'éloignait de leurs murs. En Grèce, on ne voit aucun attérissement considérable sur les côtes d'est ; mais sur celles d'ouest, la célèbre île de Leucate est devenue une presqu'île. Beaucoup d'îlots situés devant les embouchûres des rivières, se sont joints à la terre-ferme (2).

Changemens dans le golfe de Venise.

Dans le golfe de Venise, des changemens très-remarquables ont eu lieu. *Ramazzini*, ayant observé que tout le pays Modénois est suspendu au-dessus d'un lac souterrain, et que l'on y trouve beaucoup de coquillages, s'est même persuadé que la Lombardie avait en grande partie été formée par les attérissemens combinés du Pô et de la mer. Tout ce qu'il y a de certain, c'est que le Pô faisait autrefois de très-grands ravages, en inondant souvent des provinces entières ; on l'a enchaîné par de fortes digues ; mais en renouvelant ces remparts, qui préservent le pays d'une submersion totale, on a forcé le fleuve à exhausser lui-même son lit ; ce qui fait que le niveau des eaux du Pô est aujourd'hui élevé de plusieurs pieds au-dessus des terrains qui l'environnent.

(1) *Shaw*, Voyage, vol. II, p. 173, 188. *Tellianed* (de Maillet), sur la diminution de la mer, etc. (2) *Strab.*, lib. II, passim. *Plin.*, Hist. nat. II, c. 89.

Les environs de Ravenne, d'Aquilèje et de Venise, offrent des faits plus constans et mieux prouvés. Il est hors de doute, d'après les observations de *Manfrédi* (1), que le sol auprès de Ravenne a baissé tellement que le pavé de la cathédrale n'est qu'à 6 pouces au-dessus du niveau de la haute marée; mais en même temps, la terre s'est étendue de manière que cette ville, placée autrefois au milieu des marais et des lagunes, et pourvue d'un excellent port (2), est aujourd'hui éloignée de la mer de trois milles d'Italie ($\frac{1}{4}$ de lieue), et entourée de prés et de champs. Les Vénitiens craignent de voir leurs lagunes se dessécher, et cependant le sol même de Venise s'est un peu enfoncé. Aquilèje était autrefois voisine de la mer. On prétend que la mer, au contraire, fait des invasions sur les côtes de l'Istrie et de la Dalmatie; on y trouve des colonnes, des pavés en mosaïque et des urnes, sous les eaux.

Changemens dans la Méditerranée occidentale.

La côte occidentale de l'Italie présente, dans un très-petit espace, deux phénomènes en apparence contradictoires. Les marais Pontins couvrent aujourd'hui une partie de *la voie d'Appius*, tandis que dans l'embouchure même du Tibre, on voit un terrain qui n'y était point du temps des anciens Romains. Mais ce n'est pas la mer qui a couvert le chemin d'Appius, ce sont les rivières, dont la négligence des habitans modernes a laissé encombrer les embouchures. De même, si les fameuses maisons de plaisance de l'ancienne *Bayæ* se trouvent aujourd'hui ensevelies sous l'eau, c'est que ces édifices, séjour du luxe et de l'ostentation, étaient bâtis au milieu de la mer (3).

Sur les côtes de l'Espagne et de la France, la Méditerranée a également perdu, sans rien avoir gagné. Aigues-Mortes, dans le ci-devant Languedoc, était au treizième siècle, voisine de la mer, qui à présent en est éloignée de deux lieues (4). Depuis l'embouchure du Rhône jusques à

(1) *Manfredi*, De aucta maris altitudine, in *Oppusc. Bononiens*, II, 120. (2) *Bianchi*, Specim. æstus marini. *Moro*, des Changemens de la terre, II, ch. 25. (3) Voyez *Peinture d'Herculanum*, tom. III.
(4) *Strab.*, V, 246, édit. Almelov.

Agde, la mer a perdu du terrain, ou, comme on dit, s'est retirée. Le port de Barcelone devient tous les jours moins profond. Ainsi, sans entrer dans un plus long détail, nous pouvons dire que la somme des attérissemens connus de la Méditerranée semble plus considérable que celle de ses envahissemens. Mais, d'un côté, nous sommes hors d'état de pouvoir comparer les états modernes et anciens des côtes de l'Afrique; de l'autre côté, il y a sur la Méditerranée un nombre infini de ports célèbres, qui conservent exactement le même niveau des eaux qu'aux temps des anciens; Marseille, Gênes, Syracuse, Navarins ou Pylos et vingt autres lieux, se trouvent dans la même position. Les ruines d'Herculanum touchent à la mer comme la ville elle-même du temps de Strabon. Donc il n'y a pas lieu à supposer une diminution générale.

Changemens dans l'Océan Atlantique.

L'océan Atlantique a fait quelques attérissemens sur les côtes de France. Il a contribué à élever ces landes sablonneuses qui règnent de Bordeaux jusqu'à Bayonne; plusieurs baies y ont été comblées, et l'Adour s'est vue obligée de chercher un nouveau débouché. Un district entre la Rochelle et Luçon, et en général tout le *marais de la Vendée*, ont été arrachés aux eaux (1). La petite baie où est situé le Mont-Saint-Michel, entre la Bretagne et la Normandie, paraît également se dessécher. Mais nous avons vu la mer reprendre, auprès de Dol, des terrains qui lui avaient appartenu.

Changemens sur les côtes de Hollande.

Varenius, *Lulof*, et autres géographes, ont décrit les attérissemens que la mer d'Allemagne a formés sur les côtes de la Hollande. On voit ici beaucoup d'effets d'un genre différent, qui tous concourent au même but; on voit surtout un exemple frappant de ces vicissitudes éternelles auxquelles l'action de la mer sur les terres semble être soumise. Dans les temps les plus reculés dont l'histoire parle, ces contrées étaient d'immenses marais, que les flots de la mer et les fleuves se disputaient; les premiers

(1) *La Bretonnière*, Statistique de la Vendée.

y apportaient du sable, les seconds du limon ; ainsi, il s'y forma des terrains plus élevés, et en quelque sorte habitables ; cependant ces terrains, tantôt couverts d'eau, tantôt baissés à sec, appartenaient également à l'un et à l'autre élément. L'industrie humaine dirigea le cours errant des rivières, arrêta la fureur des vagues par d'immenses digues, et se créa de cette manière une patrie au sein même des eaux. Mais il resta des lacs, des bourbiers, des marais ; les rivières minaient sourdement ces terrains mal affermis ; la mer y pénétrait par les larges embouchures des fleuves. Plusieurs grandes marées furent les époques des écroulemens et des révolutions désastreuses, dont les trois suivantes sont les plus remarquables.

Le *Zuyderzée* n'était anciennement qu'un lac de médiocre étendue, qui s'écoulait dans la mer par la rivière de Ulie, le *Flevo* de Tacite. Environ vers l'an 1250, la mer y fit une irruption ; de vastes terrains, que les eaux courantes apparemment avaient minés, s'écroulèrent, et le Zuyderzée exista. Le golfe de *Dollart*, entre l'Ost-Frise et la province de Grœningue, était, jusqu'en 1300, un canton fertile, couvert de riantes prairies. En 1421, la force réunie de la mer et des rivières, noya, près de Dortrecht, 72 magnifiques villages, avec 100,000 hommes (à ce qu'on dit), et forma le lac de *Biesboch* (1).

Changemens sur les côtes danoises.

Les côtes danoises de Sleswick et de Holstein nous présentent un spectacle à peu près semblable. La mer y a fait des conquêtes et des pertes. L'île de *Nord-strand* fut engloutie en 1634 ; celle de *Helgoland* avait été beaucoup endommagée dans le 13e siècle. D'un autre côté, la mer apporte sur les côtes de la terre ferme, du limon gras, de l'argile bleuâtre et du sable ; lorsque ces matières ont pris quelque consistance, on l'entoure de digues ; ces terrains deviennent si fertiles, qu'en très-peu d'années ils dédommagent les cultivateurs de tous les frais que leur acquisition a coûtés. Sur les côtes du Jutland, dans le district de Thy,

(1) *Lulof*, Introduction à la Géographie-Physique, en hollandais, § 432 *sqq.*

la mer a rempli de sables plusieurs anciens golfes, où des pirates avaient leur retraite, d'après l'histoire ancienne du Nord; elle a peut-être formé l'isthme qui la sépare aujourd'hui du golfe dit *Limfiord*, qui semble avoir été un ancien détroit. Toute la côte occidentale et septentrionale du Jutland (depuis 55 degrés 24 minutes, jusqu'au Cap Skagen, 57 degrés 40 minutes environ), nous semble être un produit de la mer, qui, en entassant des sables, a fait une côte unie de ce qui étoit autrefois une chaîne d'îles.

Les petits changemens qui ont eu lieu dans la Baltique, ne prouvent nullement une diminution générale des eaux de cette mer (1). Des naturalistes célèbres ont donné les coquillages et autres débris d'animaux, comme preuves de cette diminution générale; tandis que des historiens s'efforçaient de la prouver par l'encombrement d'anciens ports et détroits. Ces deux argumens se rapportent évidemment à deux époques différentes : nous avons vu que tous les débris d'animaux appartiennent à un âge où l'homme n'existait pas encore; quant aux temps historiques, qui pour la Suède ne commencent qu'avec le 9e siècle, il y a eu, sur quelques côtes de la Suède, des atterissemens, surtout entre ces labyrinthes de rochers qui la bordent en grande partie. Ces atterissemens sont dus à la violence des courans, qui, en même temps, sont très-variables; mais les pertes et les conquêtes de cette mer se compensent mutuellement. Si le détroit entre la Poméranie suédoise s'encombre du côté du nord, il devient tous les jours plus profond du côté de l'est. En général, on doit dire, avec *Browallius* (2), que si mille observations prouvaient la diminution des eaux, une seule observation contraire suffirait pour réduire ces observations à

Diminution de la Baltique. Argumens physiques.

(1) *Linnæus*, de telluris habitabilis incremento, *Amœnit. academ.*, II, 430. *Id.*, Voyage de Westrogothie, d'Aeland, de Scanie, etc. *Olcelsius*, Observat. Acad. scienc., Succ., 1743, p. 33. *Dalin*, Histoire de la Suède, préface. *Bergmann*, Géographie-Physique, 5e section, chap. 3. *Ferner*, Discours contenant l'histoire de la dispute sur la diminution des eaux. (2) *Browallius*, Recherches physiques et historiques sur la prétendue diminution des eaux, etc. Stockholm, 1756.

une vérité purement *locale*. Or, ce n'est pas une, mais cent observations contraires qui prouvent qu'il n'y a pas eu d'abaissement général dans le niveau de la mer Baltique. De vieux chênes, de trois siècles, croissant sur des terrains bas, voisins de la mer, des châteaux qui existent depuis des siècles dans des endroits qui, selon l'hypothèse de *Celsius*, auraient dû être nouvellement sortis de dessous l'eau; voilà ce qu'on a victorieusement opposé aux calculs hypothétiques des dessécheurs. Browallius indique beaucoup d'endroits, même sur les côtes suédoises, où la mer est devenue plus profonde. Je dois ajouter que les géographes allemands assurent la même chose en général, quant aux côtes allemandes de cette mer.

Arguméns historiques.

Les argumens historiques en faveur de la diminution des eaux de la Baltique, ont été également renversés. On avait insisté sur les expressions vagues des géographes grecs et romains, qui représentent la Scandinavie comme une grande île; mais si la mer eût, depuis les temps de Pline, baissé assez pour que le sol de la Finlande, élevé de 500 à 1,000 pieds, fût sorti de dessous les eaux, il s'ensuivrait que le Mecklenbourg, le Holstein, les landes de Hanovre et de Westphalie, et l'île des Bataves, terrains élevés seulement de 2 à 400 pieds, auraient dû être également sous l'eau; tandis qu'il est bien certain que les armées romaines y faisaient la guerre, et que Ptolémée, au commencement du 2e siècle, décrit ces régions de manière qu'on y reconnaît leurs formes actuelles, à quelques petits changemens près.

Carte du moyen âge.

Les cartes du moyen âge ne prouvent rien en faveur de la diminution des eaux. On conserve dans le couvent de Saint-Michel de Murano, à Venise, une mappemonde, qui a été faite par un des moines de ce monastère, du nom de *Mauro*. Cette carte a été faite avec les secours fournis par un P. *Quirini*, qui, en 1431, avait navigué jusqu'en Trondhiem, et de-là avait traversé la Suède par terre. On y voit la mer Baltique plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui. Mais qui ne sait pas que sur toutes les

cartes anciennes, des dessinateurs et des graveurs mal habiles ont arrondi les caps, resserré ou étendu les îles, et déblayé les mers selon leur bon plaisir? Comment peut-on attribuer une si grande autorité à des cartes *générales*, faites dans des siècles où il n'y avait pas encore une seule carte *spéciale* levée avec soin?

Enfin l'argument décisif et invincible en faveur de l'état stationnaire de la mer Baltique depuis vingt siècles, c'est l'identité de tant de noms de provinces et de districts connus dans l'histoire ancienne du nord, et qui se retrouvent encore de nos jours, appliqués aux mêmes lieux; c'est la ressemblance du pays tel qu'il existe, avec tout ce qui se lit chez les anciens historiens; l'antique célébrité (dans la Scandinavie) des contrées qui n'auront pas seulement pu exister, si l'on admet l'hypothèse celsienne; enfin le silence absolu des traditions populaires et des anciennes poésies scaldiques, qui n'auraient pas manqué de conserver des souvenirs très-vifs d'une aussi grande et aussi mémorable métamorphose; en un mot, si la mer Baltique a diminué, cet événement se rapporte à ces temps reculés dans la nuit des siècles, où peut-être une très-grande catastrophe causa un desséchement général de l'Océan, qui couvrait une grande partie de la terre. Mais si une telle révolution a eu lieu, c'est certainement un événement qui n'a rien de commun ni avec l'ordre de choses sous lequel nous vivons, ni avec une diminution successive de la mer actuelle (1).

Diminution de la Baltique par les défrichemens.

On peut proposer à l'égard de la mer Baltique une hypothèse moins présomptueuse; on peut attribuer uniquement aux grands défrichemens de la Finlande, et de quelques provinces russes, ainsi qu'à la destruction successive des forêts dans tout le nord, une diminution successive dans la quantité des eaux fluviatiles versées dans la mer Bal-

(1) *Bring* (depuis nommé *Lagerbring*), de Fundamentis chronologiæ Suco-Gothicæ, p. 48-50-55-73-96. *Rhyzelius*, Episcoposcopia Suco-Gothica, II, 148. *Suhm*, Esquisse de l'origine des peuples, p. 11, etc., etc.

tique ; par conséquent cette mer, autrefois un peu plus élevée que la mer du Nord et de l'Océan, aurait baissé jusqu'au niveau général des autres mers. Non seulement les défrichemens diminuent quelquefois, d'autres fois augmentent la quantité d'eau courante d'une contrée, mais ils changent aussi la constitution atmosphérique ; ils la rendent, généralement parlant, plus chaude ; par conséquent ils augmentent l'évaporation qui se fait journellement à la surface des eaux. Nous croyons que cette explication pourrait être suffisante pour rendre compte de tous les changemens qu'on observe dans le niveau des mers méditerranées.

Changemens locaux. Exemple.

Nous avons vu opérer la mer Baltique ; nous avons vu l'île de Hveen, le célèbre séjour de Tycho-Brahé, diminuée par la violence des flots ; tandis qu'à peu de lieues de là, près la pointe méridionale de la Scanie, il s'est formé un îlot, composé de sables, sur lequel quelques graminées ayant pris racine, l'ont exhaussée et consolidée. Elle s'agrandit tous les ans, sans que la mer voisine baisse. Les détroits par où se déchargent les lacs et les méditerranées, peuvent être comparés aux fleuves qui souvent font éprouver à leurs rivages des changemens locaux.

Effets de la gelée.

La gelée contribue à hausser certaines parties des côtes de la Baltique. Quand les lacs et fleuves sont gelés, les terres poreuses qui les bordent, forment, avec l'eau voisine, une seule masse de glace ; si maintenant des eaux non gelées viennent se joindre à la masse également non gelée des lacs ou des fleuves, la croûte de glace doit se soulever ; les terres gelées suivent ce mouvement ; le vide qui se forme au-dessous de ces couches soulevées, se remplit par le limon et le gravier du fond des lacs et des fleuves ; ainsi, après le dégel, elles restent au niveau plus élevé qu'elles ont pris. On observe ces faits tous les ans dans l'Ostrobothnie (1). Les glaces marines, subitement brisées par quelque oscillation de la mer, soulèvent des

(1) *Bergmann*, Géographie-Physique, II, 244, *sqq.*

rochers entiers, et les portent plus en avant dans les terres. On cite en Suède deux rochers qui doivent à cette cause une position plus élevée qu'ils ne l'avaient autrefois (1).

Kalm, ce judicieux voyageur, qui a si bien observé l'Amérique septentrionale, dit qu'il se fait des attérissemens considérables dans la province de la Nouvelle-Jersey, le long des rivières; mais il les attribue aux défrichemens. La terre sauvage, couverte de rochers, de mousses et de ronces, ne donne aucune prise aux eaux courantes, tandis que les terrains labourés présentent à l'action de ces eaux une surface ameublie par la charrue, décomposée par l'air et le soleil, et dont les molécules lisses et légères se laissent facilement entraîner et emporter par les rivières. Cette observation nous paraît excellente, et parfaitement conforme à ce qu'on voit dans le nord, surtout dans les terrains argileux et limoneux (2). Observations sur l'Amérique septentrionale.

Nous croyons inutile d'entrer dans un détail minutieux sur ce qui regarde les autres parties du monde. Les accroissemens du *Tehama* de l'Arabie, et la prétendue submersion du *Pont d'Adam*, qui joignit, dit-on, l'île de Ceylan à l'Inde, nous fournirait un contraste décidé. Le *Voyage de Néarque* nous apprendrait que, malgré des marées immenses, les côtes, à l'embouchure de l'Indus, n'ont pas été sensiblement changées depuis les siècles d'Alexandre. En nous fiant aux annales chinoises, nous aurons, au contraire, de belles preuves pour le dessèchement continuel du globe. Mais les côtes nord-ouest de l'Amérique nous offriraient des traces de l'avidité de l'Océan. Enfin, tous les faits bien examinés, bien pesés, ne nous meneraient qu'à cette conclusion : que *la mer actuelle est dans un état stationnaire*, et que son niveau ne se baisse et ne s'élève que par des causes locales et temporaires, sans qu'en général son volume change. Conclusion générale.

Si, malgré cette vérité historique, on trouve au milieu

(1) *Runeberg*, Dissertation, etc., dans les Mém. de l'Académie de Stockholm, 1765. (2) *Kalm*, cité par *Browallius*, § 108.

des continens, et même à des hauteurs considérables, des ancres et des restes de vaisseaux, on peut s'expliquer ces phénomènes en admettant une tradition consacrée par Moïse, et habilement défendue par Deluc. Lorsque le sol de nos continens actuels était le fond de l'Océan, il existait un autre continent peuplé d'hommes, continent qui a disparu par une grande catastrophe, laquelle en même temps a mis à sec la terre aujourd'hui habitable. Les hommes ante-déluviens naviguaient donc au-dessus de nos champs actuels; ils poursuivaient la baleine où nous récoltons des blés; ils jetaient l'ancre sur nos montagnes, qui étaient alors des écueils et des îles au sein de la mer. Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, Deluc a parfaitement prouvé que ces restes d'anciens navires ne sauraient prouver une diminution successive de la mer actuelle (1).

Remarque sur les restes d'anciens navires.

Contemplons maintenant les ravages d'un autre élément. Le nom de *volcan*, emprunté de celui que les Romains donnaient au dieu qui, selon eux, présidait à l'élément du feu, désigne aujourd'hui les montagnes qui vomissent de la flamme, de la fumée et des torrens de matière fondue. On dit aussi un *mont ignivome*. La cheminée par laquelle sort la fumée et la matière fondue, finit par une vaste cavité en forme d'un cône tronqué et renversé. Cette bouche du volcan s'appelle *cratère*.

Volcans.

C'est un des phénomènes les plus effrayans et les plus majestueux, que l'éruption d'un volcan. Les signes avant-coureurs de l'explosion annoncent déjà le combat invisible des élémens en courroux. Ce sont des mouvemens violens qui ébranlent au loin la terre, des mugissemens prolongés, des tonnerres souterrains, qui roulent dans les flancs de la montagne tourmentée; bientôt la fumée, qui sort presque continuellement de la bouche du volcan, augmente, s'épaissit et s'élève sous la forme d'une colonne noire. Le sommet de cette colonne, cédant à son propre poids, s'affaisse, s'arrondit et se présente sous l'aspect d'une

Description des éruptions volcaniques.

(1) *Deluc*, Lettres physiques et morales, II, lettres 89 et 90.

tête de pin, qui a pour tronc la partie inférieure. Cet arbre hideux ne reste pas long-temps immobile; les vents en agitent la sombre masse et la dispersent en rameaux, qui forment autant de traînées de nuages. D'autres fois, la scène s'ouvre avec plus d'éclat : un jet de flamme s'élève au-delà des nuages, se tient immobile pendant quelque temps, et semble alors une colonne de feu qui repose sur la terre et menace d'embraser la voûte des cieux. Une fumée noire l'environne, et en interrompt, de temps en temps, l'éclat éblouissant par des veines obscures. De nombreux éclairs semblent sortir de cette masse enflammée. Soudain, la brillante cascade semble retomber dans le cratère; et à ses terribles clartés, succède une nuit profonde. Cependant l'effervescence fait des progrès dans les abîmes intérieurs de la montagne : des cendres, des scories, des pierres enflammées, s'élèvent en lignes divergentes, comme les gerbes d'un feu d'artifice, et retombent autour de la bouche du volcan; d'énormes fragmens de rochers semblent être lancés contre les cieux, par les bras des nouveaux Titans. Souvent un torrent d'eau est chassé avec impétuosité, et roule, en sifflant, sur les rochers enflammés. Enfin, il s'élève du fond de la coupe ou du cratère, une matière liquide et brûlante, semblable à un métal en fusion; elle remplit toute la capacité du cratère, et vient jouer sur les bords de l'orifice. Une quantité abondante de scories flotte à sa surface; elles se montrent et disparaissent tour-à-tour, selon que la masse liquide s'élève ou s'abaisse dans le cratère où elle semble bouillonner. Ce spectacle, d'une horrible majesté, n'est que le prélude des désastres réels. La matière liquide se déborde, coule sur les flancs du cône volcanique, et descend jusqu'à sa base. Là, quelquefois elle s'arrête, et, semblable à un serpent de feu, se replie sur elle-même. Plus souvent, elle se dilate, et sort de dessous une espèce de croûte solide, qui s'est formée à sa surface; elle s'avance comme un fleuve large et impétueux, détruit et enveloppe tout ce qui se présente sur

Ravages causés par les laves.

son passage, franchit les obstacles qu'elle n'a pu renverser, dépasse les remparts des cités ébranlées, envahit des terrains de plusieurs lieues d'étendue, et transforme, en un instant, des campagnes florissantes et tranquilles, en une plaine brûlée, où le désespoir erre parmi des ruines fumantes.

Les mêmes ravages peuvent avoir lieu, sans que la matière liquide, appelée *lave*, sorte précisément par le haut du volcan; elle est quelquefois trop compacte, trop pesante, pour être soulevée jusqu'au sommet. Alors son violent effort occasionne plusieurs nouvelles ruptures dans le flanc de la montagne, par où ce torrent igné se précipite (1).

Géographie des volcans.

Considérons maintenant l'emplacement des montagnes volcaniques.

Grande chaîne volcanique du globe.

Une grande chaîne de montagnes ignivomes s'étend tout autour du grand Océan. La terre de Feu, le Chili, le Pérou, toute la chaîne des Andes, sont remplis de volcans. On distingue au Pérou, ceux d'Aréquipa et de Pitchincá, celui de Coto-Paxi, dont la flamme, en 1738, s'éleva à plus de deux mille pieds, et dont l'explosion fut entendue à 120 lieues de distance, s'il faut en croire les Espagnols. Le *Chimboraço*, la plus haute montagne du globe, est un volcan éteint; il y en a beaucoup d'autres. Humboldt a vu fumer l'Antisana élevé de 3020 toises (2). Si nous passons l'isthme de Panama, nous trouvons les volcans de Nicaragua et de Guatimala; leur nombre est infini: il y en a qui conservent de la neige éternelle, et qui par conséquent atteignent à une grande hauteur. Viennent ensuite ceux du Mexique proprement dit, savoir, l'Ovizaba, le Popocatepell, élevé de 2,771 toises; le Jo-

(1) *Plin. jun.*, Epist., lib. II, p. 16. *Pindar.*, Pyth. I, v. 35-50; *Virg.*, Eneid. III, v. 571-582. *Claud.*, Rapt. Proserp. I, v. 151-176. *Della Torre*, Histoire du Vésuve, en italien. *Hamilton*, Lettres sur les éruptions du Vésuve. *Dolomieu*, Mémoires sur les îles Ponces; *Id.*, Voyage aux îles Lipari, etc., etc. (2) *Humboldt*, Tableau des régions équatoriales, p. 124.

nello sorti de terre en 1759, et plusieurs autres, tous situés sous le 19e parallèle de latitude (1). La Californie renferme cinq volcans en activité. Il n'est pas douteux, d'après les rapports de Cook, de La Pérouse et de Malaspina, qu'il n'y ait aussi des volcans très-considérables et en grand nombre dans le nord-ouest de l'Amérique. Le Mont-Saint-Elie a près de 2,800 toises de haut. Ces volcans forment l'anneau intermédiaire entre ceux du Mexique et ceux des îles Aleutiennes et de la presqu'île d'Alaschka. Ceux-ci, qui sont en très-grand nombre, tant éteints que brûlans (2), continuent la chaîne vers le Kamtschatka, où il y en a trois d'une grande violence. Le Japon en a huit, et l'île de Formose en renferme également plusieurs. Maintenant la bande volcanique s'élargit et devient d'une immense étendue ; elle embrasse les Philippines, les Marianes, les Moluques, Java, Sumatra, les îles de la reine Charlotte, les Nouvelles-Hébrides, et en un mot, tout ce vaste Archipel, qui forme la cinquième partie du monde. Il en sera parlé en détail dans la description de ces îles. Il serait trop long de les énumérer tous, puisque la seule île de Java en renferme six à sept (3).

Les autres chaînes volcaniques sont loin d'être aussi étendues. Il y en a peut-être une dans la mer des Indes. Les îles de Saint-Paul et d'Amsterdam, par des révolutions souterraines, le formidable volcan de l'île de Bourbon, et les jets d'eau chaude, dans l'île de Madagascar; voilà les élémens connus de cette chaîne. Volcans de la mer des Indes.

Le golfe d'Arabie baigne les pieds du volcan de *Gebel-Tar*. Les environs de la mer Morte, et toute la chaîne de montagnes qui parcourt la Syrie, ont été le théâtre des éruptions volcaniques. Il semble permis de lier ces deux faits.

Une vaste bande volcanique occupe la Grèce, l'Italie, l'Allemagne et la France. On connaît les fameuses révo- Volcans d'Europe.

(1) *Id.*, Essai sur le Mexique, ch. III, ch. VIII, p. 253.
(2) *Gmelin*, Descript. de la Russie, I, 238.
(3) *Struyck*, Introduction à la Géographie (en hollandais), p. 6

lutions de l'Archipel grec et ces îles nouvelles, produites par des explosions sous-marines. Bientôt les célèbres sommets de l'Etna se présentent à nos regards ; cette montagne brûle depuis 3,300 ans (1), elle est cependant entourée de volcans éteints, qui semblent beaucoup plus anciens. Les îles de Lipari semblent devoir leur origine aux volcans qu'elles renferment. Le Vésuve n'a pas toujours été le seul mont ignivome du royaume de Naples ; on vient d'en découvrir un beaucoup plus grand, mais éteint, près de Rocca-Fina (2). On place dans le même rang la Solfatara. Les îles Ponces sont un produit volcanique ; les catacombes de Rome sont creusées dans des laves ; la Toscane est remplie de sources chaudes, sulfureuses, et d'autres indices de volcans. *Arduini* a observé aux environs de Padoue, de Vérone et de Vicence, un grand nombre de volcans éteints ; la Dalmatie en a plusieurs. On soupçonnait une contrée dans la Hongrie, de nourrir dans son sein des feux souterrains ; l'éruption d'un volcan vient de prouver la justesse de cette présomption. L'Allemagne renferme un grand nombre de volcans éteints, dont les mieux reconnus sont ceux de Kamberg, en Bohême ; de Transberg, près Gottingue, et ceux près Bonn et Andernach, sur les bords du Rhin. La partie méridionale de la France est remplie de volcans éteints, parmi lesquels le mont Cantal, le Puy-de-Dôme, le mont d'Or, en Auvergne, ont obtenu une grande célébrité (3).

Volcans de l'Océan Atlantique.

L'océan occidental n'est pas, comme le Grand-Océan, ceint d'une chaîne de monts ignivomes ; mais il en renferme dans son sein même plusieurs groupes. Si la principauté de Galles, l'île de Staffa, et quelques autres parties de l'Ecosse et de l'Irlande, ne contiennent que des preuves équivoques de l'existence des volcans éteints, l'Islande nous présente son Hecla, son Kotlouguia et plusieurs autres

(1) *Guénau*, voyez *Collect. académ.* Part. franç., tome VI, 489.
(2) *Scipione Breislack*, Topographia Campaniæ ; et le *Journal de physique*, l'an VIII. (3) *Beroldingen*, Volcans anciens et modernes, considérés physiquement, etc., Manheim, 1791, 2 vol. (*en allemand*).

volcans, qui s'élèvent du sein des neiges éternelles ; ce foyer volcanique est un des plus actifs du globe ; le fond même de l'océan est agité, et les flots portent souvent des chaînons entiers de pierre-ponce, ou même cèdent, en bouillonnant, leur place à des îles nouvelles. Plusieurs circonstances font présumer qu'il y a quelques volcans dans l'intérieur du Groenland. Cette contrée glaciale éprouve des secousses de tremblement de terre.

Le milieu de l'Océan Atlantique recèle un autre foyer volcanique. Les Açores et les Canaries en ont éprouvé les effets. Le pic de Ténériffe, qui a 1,900 toises d'élévation, est le volcan le plus élevé de l'ancien monde. Il est très-probable que Lisbonne a, dans son voisinage, un volcan sous-marin.

Les Antilles renferment probablement un système entier des volcans ; on en connaît à la Jamaïque, à la Guadeloupe et à la Grenade.

On peut encore citer quelques volcans épars, ou qui appartiennent à des groupes peu connus. Tels sont le mont Elburtz en Perse, les volcans éteints de la Daourie, reconnus par *Patrin ;* peut-être quelques volcans au nord de la Chine ; enfin, celui qui s'est formé dans l'île de Fuégo, près le Cap-Vert, et ceux que les auteurs portugais indiquent dans la Guinée, le Congo et le Monomotapa. Volcans épars.

Il résulte, de cet aperçu général de tous les volcans, que le plus grand nombre des volcans est dans le voisinage de la mer et dans les îles. Cependant il y en a beaucoup qui ne paraissent pas avoir de communication avec la mer. Un autre fait général, c'est que les cratères des volcans s'ouvrent dans toutes sortes de terrains granitiques, schisteux, argileux, primitifs ou secondaires ; mais rien ne nous éclaire sur une autre question bien plus intéressante, savoir, dans quel terrain est le foyer de ces terribles feux. La solution de cette question tient à celle de l'origine du feu volcanique, laquelle a été discutée depuis bien des années, sans qu'on ait pu s'accorder. Résultats généraux

Origine du feu volcanique.

Rouelle, *Desmarets* et d'autres savans attribuent l'origine du feu volcanique exclusivement à l'inflammation des bitumes, des charbons de terre, de bois fossiles, de la tourbe.

Une explication plus généralement admise a été proposée par *Lemery*. Ce savant académicien attribua les phénomènes volcaniques à l'inflammation spontanée des pyrites. Par une expérience fameuse, il a rendu cette hypothèse très-probable. Il fit un mélange de 50 livres de limaille de fer et de soufre; il l'humecta, et l'enfouit sous terre à une certaine profondeur; le mélange s'échauffa, et finit par s'enflammer, avec explosion et commotion (1).

La plupart des naturalistes combinent les deux opinions, en regardant les pyrites comme le siége et la cause du feu volcanique; tandis que les vastes schistes bitumineux et charbonneux qui se trouvent souvent stratifiés dans les mêmes terrains, servent d'aliment au feu souterrain, qui s'éteint lorsqu'il ne trouve plus de quoi se nourrir (2).

Il reste toujours des difficultés. Les fragmens de granite que les volcans rejettent, et qui semblent indiquer la place de leur foyer sous le terrain primitif même; cette longue durée de l'activité de certains volcans; l'impossibilité que les terrains voisins puissent fournir à des éjections si copieuses, sans s'excaver et s'écrouler; la force inconcevable avec laquelle ces matières pesantes sont lancées vers les cieux à des hauteurs énormes; à côté de cette force étonnante et de cette explosion subite, la nature particulière de la fusion volcanique, qui rarement va jusqu'à produire la vitrification qui semble plus souvent cuire que brûler: voilà des circonstances qui font croire à beaucoup de naturalistes exercés dans ce genre d'observations, que les foyers des volcans se trouvent à une très-grande profondeur, et que leur activité est due à des causes plus générales, telles que

(1) Mém. de l'Acad., 1700. Cette expérience a été répétée en Hollande. *Journal de Physique*, 1794, cinquième cahier.

(2) *Bergmann*, Géographie-Physique, II, 214-220. *Pallas*, Observ. sur les Mont., p. 54. *Delamétherie*, Théorie de la terre, §§ 1011-1020.

l'électricité ou le gaz élastiques, enfermés dans le sein du globe (1). M. *Deluc* pense que le foyer des volcans est dans un certain résidu de fluide primitif, dans lequel, selon lui, la terre se forma, et que le feu volcanique est d'une nature chimique, bien différente de celle de tous les feux connus (2).

Tremblemens de terre.

Un phénomène terrible, intimement lié avec les éruptions volcaniques, demande notre attention. Je veux parler des tremblemens de terre, de ces mouvemens convulsifs, où la surface de la terre s'ébranle, soit en suivant une direction *horizontale*, par des ondulations semblables à celles de la mer, soit *verticalement*, lorsqu'une partie du terrain est soulevée, l'autre engloutie; soit enfin *circulairement*, lorsque les masses pesantes des rochers et de terre se tournent comme sur un pivot. Telles sont les trois espèces de mouvement, distinguées par les Italiens, qui s'y connaissent (3).

Tableau de leurs effets.

Les tremblemens de terre produisent les effets les plus désastreux; ils changent souvent la surface d'un pays, de manière qu'il est difficile de le reconnaître. D'énormes crevasses semblent découvrir aux yeux des vivans l'empire des ombres; ces fentes exhalent des flammes bleuâtres et des vapeurs mortelles; avec le temps elles donnent naissance à des vallées nouvelles. En d'autres endroits, les montagnes sont englouties ou renversées; souvent détachées l'une de l'autre, elles glissent sur des terrains plus bas, et comme leur force d'impulsion redouble par chaque mouvement, ces rochers ambulans franchissent des vallons et des collines. Ici le vignoble entraîné, descend de sa hauteur, et vient se placer au milieu des champs de blé; là, des fermes avec leurs jardins, détachées en masse,

(1) *Dolomieu*, Journal de physique, an VI, p. 408. *Faujas Saint-Fond*, sur les volcans du Vivarais. *Id.*, Minéralogie des volcans. *Id.*, Essai de géologie, II, 402. (2) *Deluc*, Lettres à Blumenbach, etc.

(3) *Bertrand*, sur les Tremblemens de terre. *Dolomieu*, Mémoires sur le tremblement de la Calabre. *Hamilton*, etc., etc.; *Bartels*, Lettres sur la Calabre.

viennent se joindre à des villages éloignés. Autre part, de nouveaux lacs sont creusés au milieu des terres; là, des rochers jusqu'alors invisibles, élancent soudain leurs humides sommets du sein de la mer écumante. Des sources tarissent, des rivières disparaissent et se perdent sous terre; d'autres, arrêtées par les débris des rochers, se répandent, et forment de vastes marais. Des sources nouvelles jaillissent des flancs déchirés de la montagne; les fleuves naissans, dans leur jeunesse impétueuse, s'efforcent de se creuser un lit à travers les ruines des villes, des palais et des temples. L'humble cabane, ou la tente légère, devient l'asile des malheureux qui ont échappé à cette terrible catastrophe; mais tous ceux qui auraient pu survivre ne l'ont pas voulu. On voit un ami trop fidèle tenir embrassé le corps de son ami, et, dans cette posture, attendre tranquillement la chute d'une muraille qui termine ses jours. On voit plus d'une jeune amante se précipiter dans le gouffre qui vient d'engloutir l'objet de sa tendresse. A Messine, une mère, trop sensible, était déjà sauvée du danger; pâle, et à demi-morte, elle était dans les bras de son époux, qui avec beaucoup de peine l'avait rappelée à la vie. Elle jette autour d'elle un regard presque éteint; elle cherche le plus jeune de ses enfans : hélas! elle l'aperçoit sur le balcon du palais, qui déjà s'écroule. Elle veut s'élancer, son époux la retient; mais l'amour maternel est le plus fort; rien ne peut arrêter cette mère désolée: elle monte l'escalier, déjà à moitié détruit; elle traverse la fumée et la flamme; les pierres détachées qui tombent autour d'elle, semblent la respecter. Elle atteint le cher objet de toutes ses affections; elle le prend dans ses bras: au même instant, toutes les colonnades s'ébranlent, la terre s'entr'ouvre, le palais disparaît, et *Spastara* n'est plus!

Mort de la comtesse de Spastara.

Ce qui rend les tremblemens de terre encore plus terribles, c'est qu'on n'a point de signes sûrs qui en indiquent, soit l'approche, soit la fin. Ils ont lieu dans toutes les saisons, et sous toutes les constitutions atmosphéri-

Présages des tremblemens de terre.

ques. Un bruit souterrain les annonce à la vérité; mais à peine est-il entendu, que déjà la terre s'ébranle. Les animaux, surtout les chevaux, les chiens et les poulets, montrent par leur frayeur une sorte de pressentiment (1). Le baromètre tombe extraordinairement bas.

Les tremblemens de terre agissent avec une rapidité étonnante. Ce fut une seule secousse qui, le 5 février 1783, bouleversa la Calabre et anéantit Messine, en moins de deux minutes. Mais ces secousses se répètent souvent pendant des mois et des années entières, comme en 1755.

Direction des tremblemens.

La *direction des tremblemens de terre* est un des faits les plus remarquables de la géographie-physique. Tantôt on remarque un centre d'action, où les secousses font le plus de violence, et ce centre change quelquefois de place, comme si la force souterraine faisait des bonds. Tantôt on distingue une certaine ligne selon laquelle cette force semble se mouvoir. La sphère d'une telle révolution semble souvent embrasser un quart du globe terrestre. Le tremblement de Lisbonne fut senti au Groenland, aux Indes occidentales, en Norvège et en Afrique. Celui de 1601 ébranla toute l'Europe et une partie de l'Asie. En 1803, on a ressenti des secousses presque simultanées à Alger, en Grèce, à Constantinople, à Bukarest, à Kiow et à Moscou.

Généralité de ce phénomène.

Aucune partie du globe ne semble être exempte de ces terribles effets. Les Alpes ne contiennent aucune trace volcanique, et cependant elles sont souvent ébranlées par des tremblemens de terre (2). La mine d'argent de Kongsberg en Norvège, fut mise à découvert par une secousse en 1623. La zone glaciale même y est sujette; le Groenland ressent de fréquentes secousses, et en 1758, la Laponie éprouva une violente commotion.

Souvent, mais non pas toujours, la mer prend part aux convulsions de la terre. En 1755, les eaux du Tage

(1) *Seneca*, Quæst. nat. VI, 1, 29.

(2) Collect. Acad., t. VI. *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1057.

s'élevèrent subitement à 30 pieds au-dessus de leur niveau ordinaire, et refluèrent dans le même instant avec une telle force, que l'on vit le milieu du fleuve à sec. Quatre minutes après, même phénomène; il se répéta jusqu'à trois fois. Des mouvemens semblables eurent lieu le même jour à Madère, à la Guadeloupe et à la Martinique. Dans le tremblement qui anéantit Lima en 1746, l'Océan eut un mouvement de même nature, mais proportionné à la masse d'eau qui fut ébranlée; il s'élança sur la terre pendant un espace de plusieurs lieues; tous les grands vaisseaux qui étaient dans le port de Callao furent engloutis; tous les petits bâtimens furent lancés au-delà de la ville. Les navigateurs assurent que les vaisseaux éprouvent souvent des ébranlemens terribles par un mouvement subit et convulsif dans la mer, fort semblable aux commotions qui secouent les continens. Ces tremblemens de mer ont peut-être lieu, sans qu'il existe en même temps aucun tremblement de terre; d'autres fois ils sont l'effet des secousses sous-marines, dans le fond même de l'Océan.

Tremblemens de la mer.

Les causes de ces catastrophes ne sont pas bien connues. Il paraît qu'il y en a plusieurs d'une nature très-différente. Quelques petites secousses proviennent sans doute des abaissemens et des éboulemens souterrains; ce qui doit surtout avoir lieu après de grandes sécheresses. D'autres fois les secousses peuvent être produites par l'électricité terrestre et atmosphérique qui cherche à se remettre en équilibre; ces phénomènes, dont on ne peut guère contester la réalité, dépendent de la constitution temporaire des saisons. L'opinion la plus généralement reçue, attribue les tremblemens de terre à des *vapeurs élastiques*, renfermées dans les cavités souterraines, soit qu'elles proviennent des pluies abondantes ramassées dans les cratères des volcans, soit qu'elles se dégagent des matières enflammées avec lesquelles des fleuves souterrains ou les eaux de la mer se seraient mises en contact; soit enfin qu'elles se développent par la fermentation de ce fluide souterrain, que *Deluc* suppose être le résidu des eaux-

Causes des tremblemens de terre.

nières du globe. Ces vapeurs se dilatent par la chaleur, et en cherchant une issue, elles soulèvent ou ébranlent le terrain (1).

Si cette dernière hypothèse est vraie, comme tout nous le fait croire, les Japonais n'auraient pas eu tort de dire que c'est un grand dragon sous-marin qui souleva la terre par son haleine. Une semblable tradition existe dans la mythologie des Scandinaves. C'est probablement dans ce sens-là qu'Homère a donné à Neptune l'épithète d'*Ennosigaios*, c'est-à-dire qui secoue la terre.

Sur le soulèvement des terrains.

Nous n'avons pas cherché à diminuer l'effroi qu'inspirent les tremblemens de terre; mais nous devons pourtant contredire les écrivains systématiques qui ont exagéré les effets, dans l'intention d'y faire voir la seule cause des révolutions arrivées à la surface du globe. Il n'existe aucun exemple historiquement prouvé d'une terre ou île considérable qui se soit formée par une éruption volcanique, ou par un tremblement de terre. Le soulèvement le plus considérable que l'on connaisse, est celui du terrain volcanique de *Jorullo*, dans le Mexique; il eut lieu en 1759: on vit sur l'étendue d'une demi-lieue carrée, des flammes sortir de la plaine; des fragmens de rochers incandescens furent lancés à des hauteurs prodigieuses; et à travers une nuée épaisse de cendres, sillonnée par les feux volcaniques, on crut voir se gonfler la croûte ramollie de la terre. Du milieu du terrain soulevé, qui a jusqu'à 160 mètres d'élévation, sortent quelques milliers de petits cônes volcaniques, lançant de la fumée, et faisant entendre un bruit souterrain. Parmi ces petits volcans s'élèvent six grands volcans, qui ont de 400 à 500 mètres au-dessus de l'ancien niveau de la plaine. Strabon parle d'un terrain soulevé près de Méthone, en Grèce, à la hauteur de 7 stades, qui, en prenant le stade à 1111 au degré, forment encore plus de 700 mètres. On cite un volcan dans l'île de Timor, qui avait une élévation considérable,

(1) *Deluc*, Lettres à Blumenbach, p. 164-184, édit. franç.

et qui, en s'écroulant tout entier, n'a laissé à sa place qu'un marais fangeux (1). Il résulte de ces exemples, et d'autres semblables, que les terrains soulevés ou engloutis par les forces volcaniques, se bornent à ces masses de rognons incandescens ou scorifiés dont se forment les cheminées des volcans, et qui, rejetées par la bouche, retombent à l'instant même autour de l'orifice (2). Même les phénomènes de Jorullo se plient à cette théorie. C'étaient des milliers de petites cheminées volcaniques, qui, en se formant au même instant, présentaient l'aspect d'un soulèvement.

Des îles nouvelles volcaniques

Tout ce qu'on a dit des îles créées ou englouties par les volcans, se réduit donc au simple fait de l'existence des volcans sous-marins, qui tantôt forment, tantôt détruisent les bords de leur cratère. Nous développerons autre part cette observation générale, en traçant l'histoire de l'île de Santorin (3), l'exemple le mieux connu qu'il y ait de ces sortes de révolutions. Il est aisé d'en conclure que les îlots réellement créés ou détruits par des volcans, ne peuvent être que d'une très-petite dimension, et que les prétendues catastrophes de l'Atlantide et de la Frislande, dont nous avons d'ailleurs donné la véritable explication (4), ne sauraient être attribuées à des éruptions volcaniques par des hommes accoutumés à examiner avant de croire.

Eruptions boueuses.

A côté des révolutions volcaniques, il faut placer les *éruptions boueuses*, phénomène qui, de temps en temps, a lieu dans les volcans, mais qui se présente encore isolé et dépendant des causes particulières. Le *Maccaluba* en Sicile est le plus fameux parmi les *monts terrivomes*, s'il nous est permis de créer ce terme nouveau; dans l'état ordinaire, on voit une fange semi-fluide, bouillonner dans les entonnoirs qui terminent chaque monticule élevé sur cette montagne, ou plutôt sur cette colline argileuse. La fange s'élevant en demi-globes, retombe après avoir

(1) *Humboldt*, Essai sur le Mexique, 249-258. *Beroldingen*, Volcans anciens et modernes, I. (2) *Deluc*, Traité élémentaire de géologie, §§ 219-214. (3) Voyez notre vol. V, Description de la Turquie d'Europe. (4) Voyez ce Précis, vol. I, p. 33, 76-78 *et* 397-400.

laissé échapper une bulle d'air; mais il y a des époques où, après une grande pluie, tous ces petits cratères disparaissent, la masse entière de la montagne fermente; on entend des tonnerres souterrains; une gerbe de boue et de pierres s'élance à 200 pieds de haut. Non loin de Bologne, plusieurs fondrières appelées les *Salses*, présentent en petit des phénomènes semblables; elles se trouvent dans des tertres formés de terres salines et alcalines; on en a vu sortir de la fumée et des flammes (1). La Crimée et l'île de Taman qui en est voisine, renferment plusieurs collines d'où il sort des éruptions boueuses; on en a vu une lancer des flammes; dans les mêmes lieux vis-à-vis de la ville de Temruk, il s'éleva en 1799, du milieu de la mer, un îlot qui, après avoir lancé de la boue, des flammes et de la fumée, disparut sous les flots; enfin, sur une langue de terre vis-à-vis de la ville de Taman, il y a une colline nommée en tartare *Kouk-Obo*, qui, en 1794, éprouva une explosion terrible: une colonne d'un feu rouge pâle, s'élança à près de 300 pieds de haut; la boue, mêlée de bitume, fut lancée à un quart de lieue de distance (2). La masse entière qui avait été rejetée, fut estimée à 100,000 pieds cubes; c'était, selon Pallas, de l'argile bleuâtre. Les *montagnes croissantes*, qu'on trouve au pied du Caucase, près Bakon et près de l'embouchure du fleuve Kur, tiennent à la même classe: elles sont produites par des sources qui rejettent une boue argileuse saline; il s'est formé de cette manière des collines de 70 toises d'élévation (3). Les volcans eux-mêmes rejettent, quoiqu'avec plus de violence, des matières en fusion aqueuse; ceux qui couronnent la chaîne des Andes aux environs de Quito, ne vomissent que peu de scories, mais une énorme quantité d'eau et d'argile, mêlée de carbone et de soufre (4). Ces exemples suffisent,

Les Salses.

Montagnes croissantes.

(1) *Dolomieu*, Voyage aux îles Lipari, *in fine*, Comp. *Spallanzani*, Voyages, V, 222-227, traduction de Toscan.

(2) *Pallas*, Voyage dans la Russie méridionale. (3) *Lerch*, Voyages cités par *Géorgi*, Description de la Russie, I, 114. (4) *Humboldt*, Tableau des régions équatoréales, 130.

ce nous semble, pour faire sentir que loin d'être un phénomène isolé et de peu d'importance, les éruptions de matières terreuses en fusion aqueuse, sont encore aujourd'hui une des sources les plus remarquables des changemens arrivés à la surface du globe, et qu'elles ont probablement eu jadis une très-grande influence sur la formation de nos montagnes. Nous croyons pouvoir attribuer à une cause, sinon de cette espèce, du moins de ce genre, l'origine des roches coagulées, connues sous le nom de *basaltes*.

Conclusion. C'est ainsi que tous les élémens s'arment pour s'entre-détruire. Et que sont pourtant ces révolutions que nous voyons, en comparaison de celles qui ont dû concourir à la création du monde, et qui peut-être un jour en amèneront la fin? Ces astres, ces soleils sans nombre qui nous éclairent, ne peuvent-ils pas s'éteindre? Cette voûte du globe qui nous porte, ne peut-elle pas s'écrouler sous nos pieds? L'équilibre des mers ne peut-il pas être détruit, et les flots écumans ne rouleront-ils point un jour au-dessus de ces continens, remplis des monumens de notre industrie? La terre ne s'approchera-t-elle pas du soleil pour s'y engloutir comme une goutte dans l'Océan? Ne s'égarera-t-elle pas dans des régions où la lumière et la chaleur affaiblies ne répandent plus aucun germe de vie? Qu'il serait affreux d'exister au milieu de ces élémens perfides, au sein de ce périssable univers, sans la consolante idée d'une suprême intelligence qui enchaîne ou dirige à son gré les redoutables et aveugles forces de la nature! La croyance à un ordre de choses supérieur à la matière, à un monde moral, peut seule nous fortifier contre les terreurs qui, de toutes parts, assiégent la frêle et précaire existence de notre être physique.

LIVRE QUARANTIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. Aperçu des Systèmes géologiques ou des opinions sur la formation du Globe.

Rien n'arrête l'essor de la curiosité humaine; en vain la terre, les eaux et les airs, en nous offrant mille difficultés insolubles, nous ont-ils rappelé l'impuissance de notre esprit : nous ne connaissons qu'imparfaitement ce qui existe autour, et nous osons rechercher comment tout a commencé à exister! Nous prétendons remonter de l'état présent de la terre, à l'état qui l'a précédé, et ainsi de suite en suite, jusqu'à l'origine du globe; nous voulons tracer l'histoire de la terre, d'après des inductions et des analogies : quelle témérité ! Dans le cours de cet ouvrage, on a vu que la géographie-physique ne peut pas s'empêcher de lier ensemble quelques faits qui se reproduisent souvent, et d'en tirer des conclusions générales; elle est même forcée quelquefois de présenter les faits d'une manière hypothétique, parce que les observateurs nous ont fourni leurs remarques sous cette forme. Mais la géographie-physique n'adopte ni n'affirme que ce qui est prouvé par l'expérience. Les systèmes géologiques, au contraire, ont pour but avoué d'expliquer la marche des révolutions inconnues, d'après des monumens souvent équivoques; ils se permettent de suppléer au silence des faits par des analogies; et ainsi, d'hypothèse en hypothèse, ils décomposent le globe et le recomposent, comme si ce vaste corps était un petit morceau de métal, que le chimiste pût fondre dans son creuset. Nous allons prouver que cette prétendue science, ou la géologie spéculative, ne promet aucun résultat certain, dès qu'elle abandonne les faits, c'est-à-dire, dès qu'elle s'éloigne des sentiers de la géographie-physique.

But de la géologie.

D'abord, la partie du globe qui nous est connue, n'est qu'une millième partie tout au plus, de son volume entier. Nos fouilles à peine effleurent-elles la terre; nos géologues n'ont guère vu avec attention qu'une moitié de l'Europe et la dixième partie de l'Amérique et de l'Asie; la masse des observations est infiniment petite, et cependant on accorde à la spéculation une sphère immense. Comment, vous ne savez pas si l'intérieur du globe est composé de météores analogues à ceux de sa surface, ou s'il ne contient qu'un amas de sable et de poussière? s'il brûle dans ses flancs un *feu central*, ou s'il s'y trouve de vastes cavernes, un grand abîme, un réservoir des eaux primitives, ou si peut-être tout le globe n'est qu'une sphère creuse, remplie d'air et de vapeurs? Vous ne savez rien de tout cela; vous avouez qu'on ne peut, par aucun raisonnement, soit astronomique, soit physique, ni prouver, ni réfuter aucune de ces opinions? Mais des forces inconcevablement puissantes et actives peuvent être recélées dans ce vaste espace inconnu, des forces telles que toutes les révolutions du globe ne seraient, peut-être pour elles, qu'un jeu passager.

Insuffisance des observations géologiques.

Tant que l'intérieur du globe nous restera inconnu, les conclusions qu'on pourra tirer des faits observés à la surface, n'auront qu'une probabilité relative à ces faits; mais dès qu'on voudra les combiner, pour en former un système général, leur incertitude paraîtra au grand jour; car à côté d'une somme finie des probabilités, telles fortes qu'on les suppose, on verra s'élever une somme infinie de termes inconnus, dont peut-être un seul suffirait pour balancer toutes nos probabilités, ou pour les rendre superflues.

En vain voudrait-on comparer les hypothèses géologiques à celles dont on fait usage dans l'astronomie, la physique et la chimie. La théorie de l'attraction, par exemple, est purement et simplement une manière d'énoncer un fait donné par l'observation; c'est une formule pour calculer les effets connus de certaines forces inconnues, sur

Valeurs des hypothèses en géologie.

la nature desquelles on ne préjuge rien. Mais dans ces poëmes, qu'on appelle improprement *théories de la terre*, on ne se contente pas d'énoncer des faits, on en suppose. Il y a plus, on ne pourrait pas même énoncer les faits géologiques connus d'une manière mathématique, fussent-ils même prouvés, ils se refusent au calcul. Nous pensons aussi que la chimie et la vraie physique, bien loin de fournir des armes en faveur de la géologie, doivent au contraire désavouer les applications prématurées et trop généralisées qu'on a faites de quelques principes théoriques, dont les physiciens et les chimistes même ne se servent qu'en doutant. La physique peut se permettre de supposer, sans preuve complète, l'existence d'un fluide gravifique, calorique, électrique, magnétique, galvanique, lorsqu'elle en aperçoit les effets dans des expériences faites avec soin et exactitude; mais s'ensuit-il de-là que la géologie spéculative puisse s'emparer de ces êtres encore hypothétiques, pour les employer comme s'ils étaient des agens parfaitement connus et entièrement soumis à ses ordres? Et si les géologues sont assez sages pour avouer qu'on ne sait absolument rien sur la part que les divers fluides éthériens ou atmosphériques ont pu prendre à la formation primitive de la terre, n'est-ce pas en même temps avouer l'impossibilité absolue où nous sommes de faire une histoire primitive du globe? La théorie des affinités chimiques ou des attractions moléculaires, nous a fourni quelques idées justes sur la formation primitive des corps solides isolés; mais tant que la loi d'après laquelle ces attractions décroissent, reste inconnue, et tant que l'on ne connaît ni les agens, ni les procédés que la nature emploie dans la plupart des cas, le chimiste ne pourra pas nous faire connaître positivement une seule opération individuelle de la force inconnue, qui a produit ou qui anime et conserve cet univers; encore moins pourra-t-il saisir et suivre la chaîne immense de ses opérations, dont le dernier anneau est attaché au trône de la toute-puissance.

Abus de la physique et de la chimie.

L'argument le plus fort contre la possibilité d'une théo-

rie de la terre, paraît être donné par la considération de cette admirable *mécanique céleste*, dont les lois immuables maintiennent les globes dans leur position respective et leur dépendance mutuelle. Il est difficile de concevoir dans ce système du monde, si bien prouvé par l'Astronomie, un dérangement partiel qui n'influe sensiblement sur le tout ensemble. Or, la géologie spéculative ne vit que de dérangemens et de bouleversemens. Les changemens des pôles, les augmentations et diminutions du volume de la terre, les immenses enveloppes d'eau pour tenir toutes les substances terrestres en dissolution, le refroidissement, le dessèchement et tant d'autres grandes révolutions hypothétiques, nécessaires dans la théorie de la terre, n'ont guère pu avoir lieu, sans altérer l'équilibre établi par la gravitation universelle. Comme d'ailleurs tous les globes de notre système solaire sont évidemment des corps soumis à des lois uniformes, les théories de la terre doivent inévitablement dégénérer en des cosmogonies. Toutes les fois que des génies systématiques et supérieurs se sont occupés de spéculations sur l'histoire de notre globe, ils se sont vus forcés d'embrasser, dans leur vaste prévoyance, tout le système solaire ; ils ont été entraînés dans des questions absolument hors de notre portée, telles que celles sur l'éternité du monde et sur la nature de la matière. Valait-il la peine d'entrer dans une carrière qui, nécessairement, aboutit aux espaces chimériques ?

Rapports de la géologie avec la mécanique céleste.

Telles sont les raisons qui nous semblent prouver *a priori* l'impossibilité d'établir aucun système général sur la formation primitive du globe. Voyons si, en parcourant les divers systèmes proposés par les géologues, nous aurions lieu de nous repentir de notre sévérité.

Presque toutes les opinions géologiques se rapportent à deux bases, l'une adoptée par les vulcanistes, l'autre préférée par les neptuniens.

Systèmes de géologie.

Les premières disent : la terre fut au commencement dans une fusion ignée ; elle s'est refroidie, elle n'a été couverte des eaux que dans la suite. Les forces qui lui

Les vulcanistes.

donnèrent sa figure elle, furent l'air et le calorique, ou le feu. Les terres t été soulevées par une force intérieure ; des boulev mens ont été occasionnés par des éru tions volcaniq Les terrains de transport ont été fo r des déb des terrains supérieurs.

Les Neptuniens surent que la terre se trouvait dans une *dissolution aqueuse et froide*, du moins jusqu'à une certaine profondeur. Les corps solides se formèrent par dessèchement, par précipitation, par cristallisation, etc. L'Océan ancien s'est retiré, ou a disparu. Les terres se sont bouleversées, en s'affaissant par leur propre poids. Les terrains tertiaires se sont formés dans le sein des eaux. Les Neptunistes.

Ces idées, plus ou moins développées et approfondies, diversement nuancées et mêlées, constituent la base de toutes les théories de la terre, recueillies par le savant *Delamétherie* (1).

Les Egyptiens paraissent avoir tenu pour le système neptunien. Les eaux avaient, selon eux, couvert toute la terre ; elles s'étaient enfouies dans les vastes cavités qu'ils supposaient exister dans l'intérieur du globe ; ils croyaient qu'elles en pourraient ressortir un jour. Une grande île ou un continent, selon eux, s'était affaissé dans le sein des mers ; ils le nommaient l'*Atlantide*. C'est Platon qui nous a transmis ces restes du système égyptien (2). Idées des Egyptiens.

Il paraît que les Hébreux et les Chaldéens avaient les mêmes idées que les Egyptiens, excepté que les Chaldéens croyaient à l'existence d'un fluide central, semblable à l'atmosphère, et qu'ils considéraient le globe comme ayant été deux fois couvert des eaux, d'abord par les eaux chaotiques, ensuite par un *déluge universel*. La cause de ce déluge était, selon les Chaldéens, *le changement de l'axe* du globe, produit par une attraction irrégulière des planètes supérieures. Chez les Hébreux, ce déluge figure comme un miracle opéré par la toute-puissance. Idées des Chaldéens et des Hébreux.

(1) *Delamétherie*, Théorie de la terre, t. V, p. 280-533.

(2) *Plato*, in Timæo. *Id.*, in Critea. *Manethon*, Epit. natur. *Hecat.*, de Philos., Ægypt., lib. I.

Les plus anciens écrits des Hébreux attribués à leur législateur Moïse, nous ont conservé encore très-complétement, une tradition intéressante dont les traces se retrouvent chez beaucoup d'autres peuples, savoir celle de *six époques* géogoniques ou d'une formation successive du globe. Si les Hébreux parlent de *six jours*, et les Brusques de *six mille ans;* si les Indiens ont étendu ces époques à des millions d'années, cela ne change rien au fond de l'idée, et ces expressions, toutes contradictoires qu'elles paraissent, ne sont que des tournures diverses du langage poétique et prophétique des peuples anciens. M. *Deluc*, dont la foi chrétienne n'est pas suspecte, n'a jamais cru pouvoir expliquer le système géogonique de Moïse, autrement qu'en prenant le mot *jour*, dans un sens figuré, pour une époque quelconque. Tout théologien instruit sait que, pour expliquer les prophètes hébreux, et surtout Daniel, on a recours à la même méthode d'interprétation (1).

Tradition mosaïque.

On s'aperçoit facilement que ces systèmes neptuniens sont nés dans les *pays nouveaux* qui ont été formés par la retraite lente ou subite de la mer, tels que l'Egypte, la Chaldée, les bords du golfe Arabique. Quant aux déluges universels, survenus après le premier desséchement du globe, il est remarquable qu'on les représente la plupart du temps, comme *subits* et de *peu de durée*. On ne voit pas comment de semblables révolutions auraient pu s'opérer, à moins d'adopter l'idée que le globe terrestre soit creux dans son intérieur, et que les terres s'y soient enfoncées. Ainsi, la formation des montagnes, par affaissement, a dû nécessairement faire partie de tous les systèmes géogoniques, qui procèdent par la voie humide.

Le système volcanique paraît également être né chez

(1) Comp. *Deluc*, Lettres à Blumenbach, 1798. *Id.*, Traité de géologie, 1809. La Géogonie, en 2 volumes, en allemand, par *Silberschlag*, Berlin, 1780, contient une très-bonne explication du système mosaïque, regardé du point de vue historique. Le célèbre orientaliste *Eichhorn*, à Gottingue, l'a expliqué sous le rapport poétique; voyez son *Répertoire de littérature-biblique et orientale*, tome IV.

quelques nations orientales ; car ceux des Grecs qui le professaient, avaient puisé leur instruction dans l'orient. A ce système appartient l'hypothèse du *soulèvement des montagnes*, à laquelle quelques prophètes hébreux, bien postérieurs à Moïse, semblent avoir fait allusion.

Bérose, législateur assyrien, paraît avoir admis que la terre se trouve périodiquement dans un état de conflagration universelle, et dans celui d'une inondation générale (1). Suivant un passage de Trogue Pompée (2), les deux systèmes qui attribuent l'origine du monde au feu et à l'eau, partageaient les suffrages des philosophes de l'Orient. Ceux qui adoptaient le premier, pensaient que la terre s'était successivement refroidie en commençant par les pôles ; leurs antagonistes soutenaient que la mer s'était retirée peu à peu. Volcanistes d'Asie.

Les idées des Orientaux fournirent aux Grecs le fond sur lequel ils ont brodé toutes leurs rêveries géogoniques. *Thales* apporta d'Egypte le système neptunien, qui fut probablement celui de tous les anciens poètes et théologiens grecs (3). *Homère* semble l'adopter (4). Aristote et Plutarque indiquent les raisons sur lesquelles ces anciens neptuniens se fondaient ; elles se réduisent à une seule, savoir, que l'on voit les animaux, les plantes et même le feu, naître de l'humidité. Ces anciens philosophes n'étaient-ils pas aussi avancés que nos géologues modernes, lorsque ceux-ci disent qu'une dissolution aquatique a seule pu tenir en dissolution tous les corps solides, liquides et fluides, dont la réunion compose le globe et son atmosphère ? Systèmes neptuniens des Grecs.

Les tableaux que Lucrèce, Virgile et Ovide nous tracent de la première formation du globe terrestre, renferment toutes les idées principales des théories neptuniennes mo-

(1) *Berosus*, Ap. *Seneo.*, Quæst. nat., III, cap. 29. (2) *Justin*, Hist. épit., lib. II, cap. 1. *Cicer.*, de nat. Deor, I, quæst. academ. IV. *Sen.*, Quæst. nat. III, 13. (3) Iliad. XIV, 246.
(4) *Aristote*, Métaphys., l. I, cap. 3. Comp. *Id*, Météorol., I, 14. *Plut.*, de placitis philosophorum, l. I, c. 3.

dernes ; dissolution dans un vaste fluide ou dans le chaos, précipitation chimique par attraction ou affinité, précipitation mécanique par sédiment ; enfin, coagulation et consolidation.

S'il y a eu des volcanistes parmi les Grecs.

Le nombre de philosophes grecs qui attribuaient exclusivement au *feu élémentaire* l'origine de la terre, ne paraît pas avoir été considérable ; car on ne saurait affirmer que telle fut l'opinion de Pythagore, quoiqu'il regardât l'âme de tous les êtres comme une parcelle du feu divin. L'obscur Héraclite dit le premier que « le feu a » tout formé et peut tout dissoudre (1) ». Les stoïciens, selon Cicéron, auraient partagé cette opinion ; mais Sénèque déclare, au contraire, qu'ils regardaient l'eau comme le principe du monde. Au surplus, quand Héraclite disait « que la terre était le sédiment le plus épais » du feu, que l'eau était de la terre dissoute par le feu, » et l'eau vaporisée formant l'air (2), » il est évident qu'il ne pensait point au système des vulcanistes ; il ne faisait que composer une philosophie corpusculaire générale.

Philosophie des atomes.

Il en fut de même à l'égard de ceux qui créaient la terre et le monde en général par le concours de molécules ou *atomes*, épars dans le vide. Dans les *atomes* de Démocrite et d'Épicure, qui s'attachaient l'un à l'autre au moyen de quelques petites inégalités de figures, lesquelles faisaient, pour ainsi dire, fonction de crochets, dans les *corpuscules qui s'aiment*, et qui s'attirent en vertu de leur nature semblable (3), on croit voir toutes les bases de notre théorie des affinités chimiques, et par conséquent de nos géologies les plus modernes et les plus vantées. La réunion des atomes est bien évidemment la même chose que l'*attraction simple* des molécules ; et si l'on dit : ces corpuscules aiment à se réunir, parce qu'ils sont d'une nature semblable ; ou : ces molécules tendent à se

(1) *Dio. Laert.*, lib. 9. *S. Justin.* Paræenet. ad Græcos. *Stob.*; Physic. eclog. I, c. 13. (2) *Plat.*, de Placit philosoph., I. (3) « Paresque » cum paribus jungi res, etc. *Lucret.*

réunir par une *attraction élective*, toute la différence ne consiste que dans un peu plus ou moins de précision dans les termes.

L'idée de Franklin qui fait tout naître de l'air, avait été p[illegible] par Anaximènes de Milète, dont les opinions sont sans doute défigurées par les esprits bornés qui l'accusent d'athéisme (1). Système d'Anaximènes.

Les Grecs ne se bornèrent pas à ces systèmes généraux ; ils se formèrent des hypothèses plus positives, fondées sur les faits qu'offrait la géographie-physique des contrées alors connues. L'écoulement des lacs ou étangs marécageux qui couvraient la Thessalie avant la formation ou plutôt avant l'agrandissement de la vallée de Tempe(2), fit naître l'idée que toutes les méditerranées, et spécialement le Pont-Euxin, avaient été originairement des lacs fermés auxquels des révolutions violentes avaient ouvert une issue. *Xanthus* et *Straton* ayant observé que le sol de la Haute-Asie renfermait des coquillages de mer, en conclurent avec beaucoup de raison que ces contrées avaient été couvertes d'eaux marines (3) ; mais lorsque Straton prétend expliquer ce phénomène commun à tout le globe, par une cause locale, par l'existence d'une ancienne méditerranée, formée de la réunion du Pont-Euxin avec la mer Caspienne, il tombe dans une de ces fautes de logique qui semblent comme héréditaires dans la prétendue science géologique. Nous prouverons, dans l'endroit convenable, qu'une semblable méditerranée n'a point existé depuis le commencement des temps historiques. De même que les grandes révolutions causées par les débâcles des grands lacs et des mers intérieures, paraissent absolument antérieures à l'existence du genre humain, les déluges, causés par le dérangement de la mer, appartiennent à un âge que l'histoire ne connaît point. La considération Système de l'écoulement des lacs.

(1) *Plut.*, de Placit. *Stob.*, L. c. *August.*, de Civ. Dei, VIII, 2. *Cic.*, de Nat. Deor, I. (2) *Hérod.*, VII, 129, 130. *Strab.*, IX, 667. Almel. *Lucan*, VI, 364, etc., etc. (3) *Strab.*, Géogr., I, 85. Alm.

des débris d'animaux met ces vérités hors de doute (1). Mais la Grèce, par la nature de son sol, dut éprouver beaucoup d'éboulemens et d'excavations, par conséquent beaucoup d'inondations particulières; le *déluge de Deucalion* désola la Thessalie, et spécialement le canton tagneux, nommé *Hellas* (2); celui d'*Ogyges* bouleversa la Béotie (3). Naturellement, les traditions populaires rattachèrent à ces catastrophes qui avaient frappé des provinces entières, chaque ancienne inondation dont le souvenir s'était conservé dans quelque canton. Ainsi, un seul *entonnoir*, peu considérable, fut montré dans l'Attique, comme monument du déluge de Deucalion : c'était par-là, disait-on, que s'étaient écoulées toutes les eaux de cette inondation (4). Douze ou quinze siècles après l'époque assignée à ces événemens, des historiens sont venus rassembler ces traditions éparses, et en composer les brillans tableaux de prétendus déluges universels, inconnus aux auteurs plus anciens (5). D'autres écrivains grecs, peu satisfaits de ces débâcles, de ces irruptions et déluges, inventèrent l'hypothèse du desséchement successif de la mer. Aristote leur objecta qu'ils tiraient des faits authentiques une conclusion fausse; « il est vrai, disait ce grand » naturaliste, que plusieurs contrées, jadis couvertes » d'eau, sont maintenant réunies au continent; mais le » contraire arrive aussi, la mer a fait plusieurs irrup- » tions (6) ». L'hypothèse des attérissemens fut aussi proposée : Polybe s'imagina que le Pont-Euxin se comblerait par la vase qu'y apportent les rivières (7), mais deux mille ans n'ont point suffi pour réaliser cette prophétie géologique. Le fleuve Pyramus de Cilicie n'a pas non plus porté ses attérissemens jusqu'aux rivages de Chypre, comme l'avait annoncé un oracle. Enfin, pour achever

Déluges de Deucalion et d'Ogyges.

Hypothèse du desséchement de la mer, et autres.

(1) Voyez ci-dessus, Liv. XXXIV. (2) *Apollod.*, I, c. 7. *Arist.*, Météorol. I, 14. (3) *Varro*, de R. R., III, Comp. *Fréret*, Mémoire sur les déluges d'Ogyges et de Deucalion. *Académ. des Inscriptions*, t. XXIII, p. 129. (4) *Pausan.*, I, cap. 18. (5) *Diod.* V, 49. *Lucian* de Dea Syra. *Plut.*, de Solert. anim. (6) *Arist.*, loc. cit.

(7) *Polyb.*, Hist. l. IV, cap. 40-42. Édit. Gronov. I, p. 428-433.

[illegible]rcourir le cercle des systêmes geologiques, plusieurs Grecs attribuèrent aux éruptions volcaniques des effets plus considérables que ceux dont nous avons des témoignages historiques. Strabon pense qu'elles peuvent soulever et engloutir des contrées entières, et il cite pour preuve deux bourgs du Péloponèse, abîmés à la suite d'un tremblement de terre (1).

Ainsi, toutes les idées de la géologie moderne germaient déjà dans la tête des Grecs ; c'était la même méthode de confondre des faits appartenant à diverses époques, d'exagérer les phénomènes et de tirer des conclusions générales d'un fait purement local.

Parmi les modernes, *Palissy* annonça le premier des idées saines sur les coquillages fossiles ; il réclama contre le préjugé qui voulait n'y voir que des jeux de la nature ; il osa même soutenir que ces débris fossiles d'animaux marins étaient trop abondans pour avoir pu être apportés dans les lieux où ils se trouvent, par un déluge instantané comme celui dont Moïse nous a conservé le souvenir (2). Ces vérités étaient trop fortes pour le siècle où vivait Palissy ; elles furent mal appréciées. *Stenon* les démontra de nouveau, et partant de cette base, il reconnut que les couches de la terre ont dû être formées comme des sédimens dans un fluide, et que les montagnes doivent leur origine à l'affaissement et les ruptures des couches originairement horizontales (3).

Idées de Palissy. A. 1581.

Idées de Stenon. A. 1669.

L'anglais *Burnet*, homme de beaucoup d'esprit, mais qui n'avait pas observé les phénomènes, créa le premier une théorie complète. Avant le déluge, dit-il (4), la surface de la terre était plane, sans montagnes, sans vallées. Toutes les matières s'étaient disposées autour du centre du globe, conformément à leur pesanteur ; l'eau surnagea de toutes parts. Cependant, des matières huileuses plus légères que l'eau, formèrent peu à peu une dernière

Système de Burnet. A. 1681.

(1) *Strab.*, I, 54. Édit. de 1620. (2) Encyclopédie méthod. Géographie-Physique, I, art. *Palissy*. (3) *Stenon*, Dissert. de solido intra solidum. (4) Theoria telluris sacra, etc. Londres, 1681.

couche qui enveloppait les eaux et tout le globe. Sur [illegible] croûte extrêmement fertile, vivaient dans un printemps perpétuel les générations ante-diluviennes. Le déluge fit tout changer de face, la croûte se dessécha, et les eaux accrues firent des efforts contre cette enveloppe [illegible]; elle creva et s'écroula dans l'abîme des eaux. Sa chute fit changer l'axe du globe, et par conséquent, la température des climats. Les bords redressés de la croûte, formèrent nos montagnes. Il n'est pas nécessaire de démontrer à nos lecteurs, combien ce système puisé dans la seule observation des îles flottantes, est peu suffisant pour expliquer la naissance de ces lourdes et dures roches dont se composent les montagnes.

Descartes. A. 1670. Leibnitz. A. 1683.

Descartes (1) et *Leibnitz* (2) prirent un essor plus audacieux; la terre, disaient-ils, est un petit soleil qui s'est couvert d'une croûte opaque, laquelle, en s'affaissant, a donné naissance aux montagnes. Leibnitz considérait toute la masse du globe comme ayant été vitrifiée, idée insoutenable dont Buffon s'est pourtant emparé.

Système de Whiston. A. 1708.

Un autre système arbitraire fut proposé par l'anglais *Whiston* (3). Cet astronome regarde la terre comme une comète qui aurait quitté sa marche primitive, par une cause qu'il n'indique point, pour prendre la marche circulaire d'une planète; n'étant plus sujette à des alternatives d'un extrême échauffement et d'un extrême refroidissement, la matière chaotique de l'ex-comète se précipita, selon les lois de la pesanteur spécifique. Une partie de la chaleur primitive de la comète se conserva dans son centre; ce centre était entouré d'eau, la croûte extérieure du globe était d'une fertilité extraordinaire, et les hommes vivaient plusieurs siècles. Mais la trop grande chaleur leur échauffait trop le sang; ils devinrent si impies, que le créateur n'y vit pas d'autre remède que de les noyer. A ce dessein, il fit venir une autre comète qui enveloppa la terre dans sa queue immense; or, comme une queue

(1) Principes de philosophie, part. IV, n° 2. (2) *Protogæa*, in Act. erud., 1683. (3) A new Theory of the earth. Londres, 1708.

de son être est composée de vapeurs et d'eau (qui oserait en douter?), la terre fut considérablement rafraîchie. D'ailleurs, l'attraction de la comète troubla l'équilibre des eaux intérieures; il y eut dans ces eaux un violent flux et reflux; la croûte extérieure de la terre, ébranlée dans ses fondemens, s'écroula dans un endroit, se fendit dans un autre; voilà comme quoi le déluge universel arriva. La comète exécutrice de la volonté du créateur, s'en alla; les eaux, reprenant leur équilibre, rentrèrent dans les cavités souterraines, lesquelles avaient été assez élargies pour recevoir les eaux de la comète; la froideur et autres mauvaises qualités de ces eaux, ont réduit la terre à ce degré de stérilité et d'épuisement où elle se trouve aujourd'hui.

Cette hypothèse de Whiston a été souvent renouvelée en tout ou en partie. Dolomieu y a puisé ses principales idées.

Un compatriote de Whiston, un observateur infatigable et scrupuleux, *Woodward*, composa une théorie bien plus modeste (1). Il admet que toutes les substances terrestres ont été dans une fluidité aqueuse. Comme il faut pour cela une grande masse d'eau, il suppose que tout l'intérieur du globe n'est qu'un grand abîme d'eau. Le déluge de Moïse consista dans un écroulement de la croûte du globe dans ce grand abîme, dont les eaux, selon Woodward, eurent une force dissolvante toute particulière, laquelle cependant n'agit point sur les coquillages et les autres restes du règne animal. On voit que l'esprit observateur de Woodward lui faisait sentir qu'il est impossible d'expliquer par une seule inondation passagère, la position de tant de couches de coquillages au milieu de bancs pierreux. Mais sa *force dissolvante* est, comme il en convient lui-même, une qualité occulte et miraculeuse. Un savant allemand, *Camerarius*, en attaquant Woodward, émet l'opinion aujourd'hui démontrée, que les bancs de coquillages n'ont jamais été transportés, ni pu l'être par un déluge quelconque, et qu'au contraire les animaux auxquels

Système de Woodward. A. 1708.

(1) *Woodward*, an Essai toward the natural history of the earth, 1723.

ils doivent leur existence, ont vécu et sont morts sur l'endroit même (1). Il est vrai que Camerarius exposa cette opinion d'une manière très-confuse. En l'expliquant, Woodward avança la vérité que les éruptions volcaniques n'ont point donné naissance à aucune montagne considérable, encore moins à des îles et contrées entières (2).

Tournefort A. 1700.

Nous ne parlerons point de la végétation des pierres qu'avait rêvée le célèbre *Tournefort*, ni de quelques propositions isolées de *Scheuchzer*, dont le grand génie observateur était enchaîné par les préjugés qui attribuaient tous les changemens du globe à un *seul* déluge. Le spirituel *Fontenelle* a eu le mérite de dire le premier, qu'il y a certainement fallu plusieurs révolutions pour modeler la surface du globe, et pour amonceler ces vastes ruines qui nous environnent de toutes parts.

Scheuchzer. A. 1700.

Fontenelle. A. 1716.

Idées de Ray. A. 1693.

Le système volcanique trouva à cette même époque plusieurs défenseurs ardens et habiles, que l'on aurait tort de passer sous silence. *Ray* croyait qu'au moment même de la création, lors de la séparation des substances humides et solides, il y eut des tremblemens de terre qui soulevèrent les montagnes. La terre sortit peu à peu des eaux de la mer, ce qui donna aux animaux marins le temps de déposer leurs dépouilles au sein de la mer (3). *Hook*, en supposant l'origine primitive des couches par la voie de sédiment dans un fluide, admettait des éruptions volcaniques assez fortes pour soulever de vastes terrains, et même pour les fondre et les calciner (4). *Lazaro Moro*, en observant qu'il y a des montagnes qui n'offrent ni débris de corps marins, ni indice de stratification (5), attribuait à toutes les montagnes secondaires une origine volcanique; ce sont, à ses yeux, des coulées de lave qui ont pris naissance

Hook. A. 1705.

Lazaro Moro. A. 1740.

(1) *Camerarius*, in Dissert. Taurinens, p. 226. Tubing., 1712.

(2) Natural history, of the earth enlarged and defended, etc., p. 115 *sqq*. Londres, 1726. (3) *Ray*, Three physico-theological discourses, p. 164. Londres, 1693, 2e édit. (4) *Hookii*, Oper. posthum., 299-310. Edit. Lond., 1705, in-folio. (5) *Laz. Moro*, de l'Orig. des coquillages fossiles, ch. 12 et 13 (1740).

les eaux. En modifiant et combinant ces diverses idées, le savant *Raspe* en composa sa théorie volcanique de la naissance des îles nouvelles, ouvrage souvent copié avec inexactitude par des vulcanistes célèbres (1). Système de Raspe. A. 1763.

Ces divers systêmes s'éclipsèrent devant celui que créa *Buffon*, et auquel sa plume brillante donna tout l'éclat d'un poème. Ce grand écrivain suppose que les soleils et les comètes ont été produits comme nous les voyons, et avec les forces nécessaires pour leur faire parcourir leurs orbites. Mais il y a 96,000 ans, qu'une comète tomba obliquement dans le soleil, et en détacha la 650e partie. Toute cette masse lancée dans l'espace, se divisa et forma toutes les plantes de notre systême solaire, qui, par le mouvement de rotation, acquirent une figure sphéroïdale. Notre globe était dans un état d'incandescense, mais sa surface se refroidit et se consolida; il s'y forma toutefois des cavités immenses. Une partie des vapeurs qui s'étaient élevées dans l'atmosphère, se condensa et forma les mers. Ces eaux attaquèrent la partie solide du globe, et en dissolvèrent une portion; c'est ainsi que se formèrent les terres et les pierres. Les eaux de l'Océan, attirées vers l'équateur par les marées, y entraînèrent une grande quantité de substances dissoutes; c'est ainsi, dit Buffon, que naquirent les grandes chaînes de montagnes, dirigées d'Orient en Occident. Malheureusement, ces chaînes n'existent point; la grande rangée de montagnes qui environne le globe, a une autre direction (2). Buffon s'est donné le tort d'expliquer par une supposition invraisemblable en elle-même, un fait absolument imaginaire. Mais continuons à exposer sa théorie. Les eaux primitives du globe s'enfuirent dans les cavités dont on a déjà parlé, alors les continens parurent. La terre, dans l'espace de 43,000 ans, se refroidit au point que les végétaux et les animaux purent vivre à sa surface. Ces êtres naquirent Système de Buffon. A. 1745.

(1) *Raspe*, Specimen historiæ naturalis globi terraquei præcipuè de novis è mari natis insulis. Leipzick, 1763. (2) Ci-dessus, L. XXIX, p. 183.

vers le pôle, et se répandirent successivement vers les régions équatoréales. Les couches secondaires se formèrent par la décomposition de la matière vitrifiée, mêlée des sédimens marins; des causes accessoires, les vents, les courans d'eau, les éruptions volcaniques et les tremblemens de terre, modelèrent ensuite les montagnes et les vallées. L'Océan change lentement ses rivages, en attaquant, par son mouvement général, les côtes orientales qu'il détruit; il a de cette manière pu faire plusieurs fois le tour du globe (1).

Géologie moderne.

Le système de Buffon, réfuté dans ses points principaux par des naturalistes observateurs, ne compte plus de partisans, même parmi ceux qui regardent le feu comme l'agent principal qui a formé notre globe. On regarderait aujourd'hui comme une folie, toute hypothèse qui tendrait à expliquer la première origine de notre globe, et la manière dont il a été lancé dans l'espace. La géologie ne cherche plus qu'à remonter par l'examen des monumens physiques, d'une époque à une autre, jusqu'à ce qu'elle arrive à un état de choses antérieur à tous les monumens (2). En même temps, les faits augmentés dans une proportion immense, ont conduit les hommes éclairés de tous les partis à n'exclure aucune cause particulière (3), principe qui a amené, du moins en partie, une fusion des divers systèmes, et une tolérance mutuelle pour des opinions qui prétendent plus à une diminution exclusive.

Théorie de Deluc. A. 1770-1810.

La théorie la plus fortement soutenue et la plus vivement contestée de cette époque moderne, est celle de M. *Deluc*. Ce savant suppose que la terre et tous les corps célestes étaient des masses d'élémens confus, dans lesquels une volonté divine, en leur communiquant une certaine quantité de *lumière*, fit naître les précipitations chimiques par lesquelles se formèrent les croûtes des roches solides dont nous voyons les fragmens. Cette croûte consolidée s'affaissa

(1) *Buffon*, Théorie de la terre, dans le 1er vol. de son histoire naturelle. Paris, 1745. (2) *Deluc*, Élémens de géologie, § 10, p. 11.
(3) *Delamétherie*, Théorie de la terre, § 1700.

plusieurs fois ; ses bords qui sont cités, appuyés sur les cloisons de cavernes souterraines, formèrent les montagnes. Les eaux, qui d'abord couvraient le globe entier, s'infiltrèrent dans les parties centrales où subsista toujours l'ancien océan. Alors parurent les premiers continens plus étendus que les nôtres, mais suspendus au-dessus des immenses cavernes. Le soleil ne les éclairait pas encore. L'orsqu'il y naquit des végétaux d'une nature différente des nôtres, leurs débris forment nos houillères. Les continens actuels, cachés sous la mer, se couvrirent de dépôts de coquillages ; les éruptions volcaniques y répandirent des couches de laves. Par un grand et dernier affaissement, les continens primitifs s'écroulèrent au sein des cavités souterraines ; la mer se précipita sur ces terres, et engloutit dans ses profondeurs les générations qui les habitaient ; cette catastrophe est le *déluge universel*, décrit par Moïse, et dont on a cru retrouver le souvenir chez beaucoup de nations. C'est alors que parurent soudain à la face du jour nos continens actuels formés sous la mer. Dans les terrains meubles de nos continens, se trouvaient ensevelis pêle-mêle les restes de quadrupèdes qui avaient habité des îles écroulées avant le déluge universel, et les débris des cétacés qui avaient peuplé la mer. La conservation de ces restes qu'on trouve encore presque entiers dans les pays froids, et le peu d'épaisseur des couches de terre végétale formée au-dessus de nos continens, concourent à prouver que leur antiquité, ou pour mieux dire leur apparition au-dessus des eaux, ne date point des siècles extrêmement éloignés de nous (1).

Explication du déluge universel.

Telle est la théorie du célèbre naturaliste de Genève. L'idée principale de ce système, celle de plusieurs affaissemens de la surface du globe et plusieurs détails, surtout ceux qui regardent l'origine des restes d'animaux, ont réuni les suffrages des savans. On trouve quelques diffi-

(1) *Deluc*, Lettres sur l'histoire de la terre, adressées à M. Blumenbach. *Id.*, Élémens de géologie.

cultés à concevoir les vastes cavités dans lesquelles le monde ante-diluvien a dû s'engloutir ; il semble que cette idée, empruntée de Woodward, n'a été introduite dans la théorie que par le désir d'expliquer le déluge.

Divers naturalistes, qui tous admettent avec De Luc que la terre s'est formée dans un fluide aqueux, diffèrent sur le rang qu'ils assignent aux agens qui ont opéré les révolutions et les ruptures de la croûte du globe. *Saussure* s'est quelquefois exprimé comme s'il admettait des soulèvemens du terrain par le feu volcanique « ou par d'autres » fluides élastiques, » afin d'expliquer comment les couches granitiques qui servent de base à toutes les autres, ont été élevées en certains endroits, au point de former les crêtes de montagnes (1). Mais l'idée qu'il a le plus constamment soutenue, c'est celle des courans très-violens qui, en agitant l'ancienne mer, ont entraîné à de grandes distances les débris de roches primaires, surtout du granite que l'on trouve épars à la surface des terrains secondaires et même tertiaires (2). Il est difficile de concevoir des courans doués d'une force capable de rouler au loin des pans entiers de montagnes, même en supposant les vallées comblées et formant un plan incliné. Il est plus naturel d'attribuer le phénomène dont il s'agit, aux glaces marines qui ont pu porter ces débris de montagnes à travers l'ancienne mer.

Idées de Saussure. A. 1770-1786.

Le célèbre *Werner*, en attribuant aux affaissemens une grande influence, pense pourtant que divers faits, entre autres le gisement des basaltes, ne s'expliquent que par une hausse et baisse périodique de la masse des élémens fluides.

Idées de Werner. A. 1791.

Lorsque *Pallas*, pour expliquer la présence des débris d'éléphans en Sibérie, fait déborder toute la masse de l'Océan Indien qui, selon lui, aurait couvert et traversé le plateau central de l'Asie, en roulant du sud-est au nord-ouest, c'est par des éruptions volcaniques et des tremble-

Idées de Pallas. A. 1791.

(1) *Saussure*, Voyage dans les Alpes, § 919. (2) *Id.*, *ibid.*, §§ 587-1596, etc.

mens de terre, qu'il veut produire un mouvement si extraordinaire et si inconcevable (1).

Théorie de Delamétherie. A. 1798.

Le savant et laborieux *Delamétherie* a composé une théorie très-circonstanciée, très-riche en faits et en idées, dans laquelle il cherche à ramener les révolutions du globe à des lois chimiques, sans pourtant dédaigner les causes mécaniques. Toutes les montagnes, toutes les vallées se sont formées par cristallisation dans un immense fluide dont ce chimiste se débarrasse au moyen de l'évaporation, parce qu'il s'est décidé à regarder la masse centrale du globe comme un cristal solide.

Conjectures de Dolomieu. A. 1794. 1800.

L'opinion de Deluc sur l'antiquité peu reculée de nos continens, a été adoptée par un grand observateur qui, sans faire de système, a lancé dans le monde savant des idées isolées, mais fécondes en résultas. *Dolomieu*, ce nous semble, ne tendait guère qu'à épurer le système de Whiston de ce qu'il y avait de trop hypothétique. Toutes les bases géologiques de ce savant, la dissolution de toutes les substances terrestres dans un dissolvant qui a été détruit; la coagulation de ces substances qui, après la destruction du dissolvant primitif, se précipitèrent et se cristallisèrent pour former une écorce; la *cause extérieure quelconque*, qui vient briser et concasser cette écorce; enfin, les *marées de dix-huit cents toises d'élévation*, qui remuèrent toute la masse des eaux, balayèrent le fond des mers, soulevèrent et transportèrent des bancs de coquillages, creusèrent les vallées et modelèrent tout le terrain secondaire; toutes ces bases, dis-je, existent déjà dans le système de Whiston. Il est même difficile de concevoir la possibilité de toutes ces révolutions violentes et subites, sans la concurrence d'un corps céleste quelconque; or, comme tout prouve la stabilité du système planétaire, il n'y a que les comètes auxquelles on puisse avoir recours. Mais ces comètes, comment prouver qu'elles sont des corps assez solides et assez denses, pour exercer

(1) *Pallas*, Observ. sur l'origine des montagnes, p. 74; trad. franç.

de si fortes attractions sur le globe terrestre ? Tycho, Galilée, Kepler, Lahire et Herschel, ont regardé les comètes comme des météores éthéréens. Ainsi les théories de la terre aboutissent toujours, en dernier lieu, à des questions insolubles ; et tout ce qu'on apprend, en les étudiant, c'est d'en douter.

« D'en douter, s'écrieront quelques Écossais, en lisant ces lignes ? Non, il n'y a plus lieu à des doutes, depuis que MM. Hutton et Playfair ont découvert la vraie constitution de notre globe. Ne savez-vous pas que les continens actuels se détruisent par les actions de l'air, de la gravité et des eaux courantes ; que leurs matériaux, transportés sur les côtes de celles-ci, sont répandus par les différens mouvemens de la mer sur toute l'étendue de son fond ; qu'une grande *chaleur interne* endurcit ces matériaux dont il résulte une masse semblable à celle des couches minérales dont nos continens sont composés ; que, lorsque cette lente dégradation a détruit nos continens, la *chaleur interne* soulève en masse les couches, formées sur le fond de la mer, ce qui repousse la mer sur les continens rasés et produit de nouveaux continens, livrés à leur tour à une lente dégradation ? Ces alternatives de continens naissans et périssans, ont déjà été répétées plusieurs fois, et on ne peut point fixer un terme à cet enchaînement de métamorphoses (1) ».

Système de Hutton et de Playfair. A. 1788-1802.

Nos lecteurs sentiront d'eux-mêmes combien ce nouveau système est contraire à l'évidence des faits ; seulement nous les prierons d'observer que l'idée d'une formation des couches minérales, par une cuisson souterraine semblable à celle qu'a opérée M. Hall dans ses fameuses expériences, mériterait d'être approfondie d'une manière indépendante du système exclusif des Huttoniens.

Pendant que les savans d'Europe disputaient sur les théories que nous venons d'énumérer, le nouveau monde

(1) *Playfair*, Illustrations of the Huttonian theory of the earth. Edinbourg, 1802.

en vit naître ou plutôt renouveler un système différent de tous les autres. *Franklin* supposa, d'après Anaximène, que non seulement toutes les substances terrestres, mais même toute la matière en général, avait existé comme un gaz aériforme élastique, confusément répandu dans les espaces célestes. La gravitation commença à se faire sentir, les molécules gazeuses furent attirées vers des centres ; il se forma des globes d'air. Ceci supposé, il est facile de concevoir tout le reste du système de Franklin ; toutes les substances se laissent réduire à l'état aériforme : donc, conclut Franklin, elles ont toutes pu naître par la condensation de l'air ; ainsi a dû se former la croûte extérieure du globe qui, dans ce système, n'est qu'une mince enveloppe solide autour d'un vaste fluide élastique ; les mouvemens de cet *air central* produiraient, comme on voit, sans difficulté, les tremblemens de terre. Enfin, ce système n'est pas une simple satire des théories de la terre, comme on paraît l'avoir cru, c'est une hypothèse tout aussi raisonnable et aussi ingénieuse que celles des autres géologues.

Hypothèse de Franklin.

Après avoir suivi la géologie jusqu'au milieu des régions éthérées, que nous reste-t-il à faire ? Augmenterons-nous le nombre des systèmes en cherchant à démontrer que la terre était jadis entourée d'un *anneau* comme Saturne, et que cette voûte céleste, en s'écroulant, donna naissance au globe ? Il vaut mieux revenir à la marche purement descriptive de la Géographie-Physique, la seule méthode vraiment scientifique et instructive.

Nouvelle hypothèse.

LIVRE QUARANTE-UNIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme le séjour des êtres organiques. PREMIÈRE SECTION : *De la Distribution géographique des végétaux.*

NOUS avons décomposé le globe terrestre en ses parties solides, liquides et aériformes. Passons à la considération de ces êtres innombrables qui étalent sur tous les points de ce globe le spectacle de la vie, qui en embellissent la surface, qui en consument les inépuisables sucs nourriciers, et, par un sort commun, y trouvent mille tombeaux divers. Sans doute ces productions et ces habitans de la terre n'y sont point disséminés au hasard; des lois générales ont assigné à chaque classe de ces êtres organiques, son berceau et sa tombe; ces lois, nous devons les étudier avant d'entreprendre la description des diverses parties du monde.

Vues générales.

Par leur abondance, et par leurs rapports intimes avec le sol, les *végétaux* réclament la première place. C'est à la botanique à examiner en détail les trésors du règne végétal, ces fleurs brillantes et passagères, ces calices qui

Du choix de leurs parfums embarrassent l'abeille;

ces étamines, ces pistils, tous ces organes des amours innocentes, ces ovaires qui survivent à l'enveloppe maternelle, et en se développant deviennent des fruits succulens; ces germes qui, sous un mince volume, renferment l'espoir des générations à venir; toutes ces charmantes merveilles revêtues de tant de formes, et produites par le jeu simultané de tant de forces diverses, que l'on croirait volontiers la nature occupée de ce soin unique, si l'on ne savait que ce sont là ses moindres ouvrages. La

géographie-physique s'occupe de la distribution du règne végétal, et y trouve assez de matière à admirer cette sagesse qui a présidé à la production de l'univers (1).

La température de l'air paraît seule mettre des bornes physiques à l'extension d'une espèce végétale. L'échelle de la chaleur atmosphérique, sert aussi d'échelle ordinaire aux progrès de la végétation. Voilà pourquoi sous le climat brûlant de la zone torride, on n'a qu'à s'élever sur les montagnes pour jouir des fruits et des fleurs de la zone tempérée. *Tournefort* trouva au pied du mont Ararat les végétaux ordinaires de l'Arménie ; au milieu, ceux de l'Italie et de la France ; sur le sommet, ceux de la Scandinavie. *Forster* vit plusieurs plantes des Alpes sur les montagnes de la Terre de Feu (2). Si les vallées des Andes sont ornées de bananiers et de palmiers, les régions plus élevées de cette chaîne nourrissent des chênes, des sapins, des berberis, et une foule de genres communs au nord de l'Europe (3). L'homme, profitant de cette disposition, a transporté et disséminé presque sur toute la surface du globe ces *graminées* qui lui fournissent sa principale nourriture. Quelques autres plantes utiles ont été rendues communes à tous les climats par la nature même. Les *plantes anti-scorbutiques*, si salutaires pour le navigateur languissant dans sa prison flottante, sont répandues partout où il y a encore un germe de vie. On trouve du cresson, de la chicorée, de l'oseille sauvage sur les rivages toujours glacés de la baie d'Hudson, et dans la Sibérie, aussi bien que dans ces heureuses îles, éparses au milieu de l'Océan Pacifique (4). Les arbustes qui portent des *baies* et de petits fruits agréables au goût, viennent dans les pays les plus inhabités. Dans le Groenland même, le groseillier porte de très-bons fruits. La Laponie possède

Influence de la température sur les végétaux

(1) *Humboldt*, Essai sur la Géographie des plantes, *Stromayer*, Specimen geographiæ botanicæ. Gottingæ, 1804. *Bergmann*, Géograph.-Physe, sect. VI.e (2) *Bemerkungen*, p. 154 (en all.).

(3) *Humboldt*, Essai sur la Géog. des plantes, p. 34.

(4) *Anderson*, troisième voyage de Cook, *passim*.

une ressource dans ses arbustes, tels que l'épine-vinette, le mûrier rampant, l'airellier et autres.

Jusqu'à quel point les plantes bravent le froid.

Ni le froid extérieur, ni l'absence de la lumière, n'arrêtent entièrement la vie végétale. Les cavernes et les mines donnent naissance à un certain nombre de plantes, surtout des cryptogamiques (1). Plusieurs saxifrages et renoncules, les saules rampans, ainsi que tous les lichens, aiment le froid. La neige, loin d'empêcher les fonctions vitales de ces végétaux, les garantit de l'effet des gelées, et leur fournit en abondance l'oxigène qu'elle contient, et qui, en accroissant leur vigueur, accélère la germination des semences (2). Ramond a constaté que des plantes cachées pendant plusieurs années sous la neige, y avaient continué de vivre (3). L'organisation des plantes alpines ou polaires se prête à une croissance et à un développement si rapides, qu'un petit nombre de jours chauds leur suffit pour fructifier (4). Peut-être même la neige éternelle pourrait être le séjour d'une sorte de végétation; au moins Saussure y a trouvé une poussière rougeâtre, dont la nature, très-probablement végétale, n'est pas encore suffisamment éclaircie. Patrin et Sokolof ont vu, en Daourie, des terrains couverts de végétaux, quoique entièrement environnés de neiges éternelles (5).

Plantes qui croissent dans les eaux chaudes.

La chaleur extrême arrête encore moins la force productive de la nature dans le règne végétal, pourvu qu'elle soit accompagnée d'humidité. On voit des plantes naître non seulement sur les bords des sources chaudes, mais même au sein de ces eaux qui semblaient devoir les consumer. On en trouve des exemples depuis l'Islande jusqu'au Cap, et depuis le Kamtchatka jusqu'à l'île d'Amboine (6). Les exhalaisons sulfureuses et les mofettes des

(1) *Scopoli*, Diss. ad scient. natur., p. I, p. 84-120. *Humboldt*, Floræ Friberg. subterr., etc. (2) *Hassenfratz*, Journ. de l'École polytechnique, 4e cahier, an IV, p. 570-576. (3) *Ramond*, Observat., p. 51. (4) *Martens*, Voyage au Spitsberg, p. 54 (en all.). *Linnæi*, Flor. Lapp. præf., p. XX. (5) *Patrin*, Voyage, p. 19.

(6) *Olafsen* et *Povelsen*, Voyage en Islande, en all., II, p. 31 et 181. *Krascheninikow*, Kamtchatka, en all., p. 91. *Sparman*, Voyage, en all., p. 142. *Labillardière*, tome I, p. 324.

cavernes volcaniques semblent n'exercer sur la végétation qu'une influence lente, bornée; tandis qu'elles donnent aux animaux une mort instantanée (1).

Humidité nécessaire aux végétaux.

C'est l'absence de l'humidité qui oppose à la végétation les obstacles les plus redoutables. Voyez sous l'équateur, comme vers le pôle, ces déserts sablonneux condamnés à une éternelle stérilité! Aucune goutte de pluie ne saurait s'arrêter dans ce sol incohérent et toujours remué par les vents; aucun germe ne saurait s'y fixer. C'est sans doute à des causes à peu près semblables qu'il faut attribuer la nudité de plusieurs montagnes, dont les flancs escarpés ou les sommets aplatis n'offrent aucun abri aux colonies végétales que les vents y font aborder; tandis que d'autres montagnes, à une température plus froide, conservent encore quelques plantes. Par exemple, le mont Frié (*Shivering mountain*), dans le Derbyshire, ne produit aucune herbe, parce que ses flancs se décomposent journellement en lamelles schisteuses qui roulent en bas (2).

Pression de l'atmosphère.

La pression de l'atmosphère exerce une influence frappante sur la configuration et la vie des plantes. Les végétaux vivent principalement par leur surface; delà leur grande dépendance du milieu qui les entoure. Les animaux obéissent plutôt à des stimulus intérieurs, et se donnent la température qui leur convient. La respiration par l'épiderme est la plus importante fonction vitale des plantes; et cette fonction, en tant qu'elle sert à évaporer et à sécréter des fluides, dépend de la pression de l'atmosphère. C'est pourquoi les plantes des Alpes sont plus aromatiques, plus garnies de poils, et couvertes de nombreux vaisseaux sécrétoires. Au contraire, elles croissent avec difficulté dans les plaines où leur respiration par l'épiderme est dérangée, parce que la pression de l'air y est plus forte (3).

Nature chimique du sol.

La nature chimique du sol montre son influence sur les végétaux plutôt en modifiant leur port, leurs sucs et leurs

(1) *Soulavie*, OEuvres de Hamilton, p. 246. *Smiths*, Tour, etc., II, p. 103. (2) *Kuttner*, Beytræge, etc., c. à. d. Mém. sur l'Angleterre, cah. 7, p. 20. (3) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, p. 115, n. 14.

fruits, qu'en bornant leur extension. Pourtant le sel commun, dissous et répandu sur le sol en quantité, y rend la naissance des végétaux presque impossible (1). La fusion que subissent les laves, est probablement la seule cause qui y retarde pendant des siècles les progrès de la végétation, tandis que les cendres volcaniques donnent promptement naissance à de riches moissons ou à de beaux vignobles (2). En général, les terres ne servent guère que d'appui et d'abri aux plantes; elles se nourrissent de l'eau et des fluides huileux qui se rassemblent dans la terre, et que leurs racines sucent. Une faible quantité de terre, dissoute dans ces fluides, est absorbée par la plante. D'autres causes contribuent encore à la vie végétale; les plantes respirent par leurs trachées les divers fluides de l'atmosphère; la lumière, surtout, doit présider au procès chimique par lequel la nourriture de la plante s'assimile à sa substance. Les terres élémentaires que l'on retire d'une plante par l'analyse chimique, paraissent plutôt être le produit et le résidu de la digestion par laquelle le végétal s'assimile ses alimens, que des parties venues directement de la terre environnante (3). Les expériences de M. *Schrader* ont fait voir que des plantes qui végétaient dans du soufre sublimé, donnaient à l'analyse les mêmes terres que celles qui croissaient à la façon ordinaire (4). Ces observations, fournies par la physiologie végétale, peuvent expliquer pourquoi la terre siliceuse forme une si grande partie de la substance des végétaux, quoique les terrains calcaires se revêtent ordinairement d'une végétation plus vigoureuse et plus abondante que les terrains granitiques. La terre calcaire attire l'humidité, répand la chaleur, et fournit aux plantes de l'air fixe. Mais c'est la silice qui domine dans la meilleure terre végétale (5). La terre

Terres qui abondent dans les plantes.

(1) *Forskal*, Flor. Egypt., p. 45.

(2) *Hamilton*, Œuv., p. 33. *Brydone*, Tour, etc., t. I, p. 116.

(3) *Senebier*, Encycl. méthod. physiol., végét., tom. I.

(4) *Schrader*, deux Mémoires couronnés sur la nature des parties terreuses des plantes. Berlin, 1820, en all. (5). Expériences de *Fourcroy*, de *Giobert*, etc. Encycl. nat., Phys. végétale, tome I, p. 276.

silicée abonde aussi dans les graminées et dans plusieurs joncs. On a trouvé dans les cendres de la paille de seigle, jusqu'à 70 pour cent de silice. Les jointures du bambou renferment des cristallisations de pure silice (1). Il y a pourtant d'autres plantes qui sont comme imprégnées de terre calcaire, telles que la *chara vulgaris*, *l'hypnum crista castrensis*, la *neckera dendroïdes*, et quelques plantes cryptogamiques (2). Encore d'autres plantes, telles que la *salsola kali*, les salicornies, les mésembryanthèmes, nagent pour ainsi dire dans une dissolution de natron. On peut réduire toutes les substances que la chimie retire des végétaux, à quatre élémens, savoir : l'oxigène, l'hydrogène, l'azote et le carbone. L'alcali qu'on extrait de plusieurs végétaux, doit probablement son origine à l'azote; le *tannin*, principe astringent qu'on trouve dans l'écorce, les racines et les feuilles de quelques arbres, semble être du carbone dans un état particulier. Tout est incertitude dans la physiologie végétale, et la géographie des plantes n'en peut encore emprunter qu'un très-petit nombre de principes.

Ce qu'il y a de certain et d'évident, c'est que la force végétative embrasse toute l'étendue du globe, depuis un pôle à l'autre, et depuis les sommets des Andes, où le lichen rampe sur les rochers les plus durs, jusqu'au sein de la mer, d'où s'élèvent les prairies flottantes d'algues et de fucus. Le froid et la chaleur, la lumière et l'ombre, les terrains fertiles et les déserts, chaque lieu et chaque température a son genre de végétation qui s'y plaît et prospère (3). Les cryptogames se ramifient même sur les sombres voûtes des mines et sur les parois des cavernes les plus profondes. Extension de la végétation.

La marche que suit la végétation dans ses conquêtes sur

(1) *Lampadius*, Samlung praktischer Abhandl., III, p. 187. *Davy*, Journal de Nicholson, vol. II, n° 27, p. 56. *Macie* et *Russel*, Philosoph. transact., vol. LXXX et LXXXI.

(2) *Humboldt*, Aphorismen, p. 105-106.

(3) *Linné*, Amenitat., acad., IV, 64.

la matière inorganique, offre des gradations remarquables.

Marche progressive de la végétation.

« Que du fond de la mer, dit M. Humboldt, un volcan soulève tout à coup au-dessus des flots bouillans un rocher couvert de scories, ou, pour rappeler un phénomène moins terrible, que des néréides réunies (1) élèvent leurs demeures cellulaires pendant des milliers d'années, jusqu'à ce que, se trouvant au-dessus du niveau de la mer, elles meurent, après avoir ainsi formé une île aplatie de corail; la force organique est déjà prête pour faire naître la vie sur ce rocher. Qui peut y porter si soudainement des semences? Sont-ce les oiseaux voyageurs, les vents ou les vagues de la mer? C'est ce que le grand éloignement des côtes rend difficile à décider. Mais à peine l'air a-t-il touché la pierre nue, que, dans les contrées septentrionales, il se forme à sa surface un réseau de filets veloutés qui, à l'œil nu, paraissent des taches colorées. Quelques-uns sont bordés par des lignes saillantes, tantôt simples, tantôt doubles; d'autres sont traversés par des sillons qui se croisent. A mesure qu'ils vieillissent, leur couleur claire devient plus foncée. Le jaune qui brillait au loin se change en brun, et le gris bleuâtre des *lepraria* prend insensiblement une teinte de noir poudreux. Les extrémités des enveloppes vieillissantes se rapprochent et se confondent; et sur le fond obscur se forment de nouveaux lichens de forme circulaire et d'un blanc éblouissant. C'est ainsi qu'un réseau organique s'établit par couches successives. Où le chêne majestueux élève aujourd'hui sa tête aérienne, jadis de minces lichens couvraient la roche dépourvue de terre. Des mousses, des graminées, des plantes herbacées et des arbrisseaux, remplissent le vide de ce long intervalle, dont la durée ne peut être calculée. L'effet produit dans le nord par les lichens et les mousses, l'est, dans la zone torride, par le pourpier, le gomphrena, et d'autres plantes basses habitantes des rivages ».

Cette belle observation tend à établir des *époques* dans

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 15.

l'histoire de la propagation successive des plantes qui couvrent aujourd'hui la terre. Sans doute lorsque la végétation étendait déjà son tissu de verdure sur les montagnes primaires et secondaires, on voyait encore les terrains tertiaires, à peine desséchés, couverts d'un limon fangeux, et semés de quelques plantes languissantes, de joncs, de mousses et d'épais buissons d'osier et de saules. Les Grecs prétendaient que les hommes, les animaux et les plantes avaient long-temps habité les montagnes avant que de se répandre dans les plaines et sur les côtes (1). Tacite nous peint la Germanie remplie de marais inaccessibles, aujourd'hui en grande partie desséchés. Rudbeck lui-même convient que, d'après les traditions indigènes, les parties basses de la Scandinavie offraient le même aspect (2). Ainsi, l'histoire semble confirmer l'hypothèse si savamment développée par *Lacépède* et *Ramond* (3), d'après laquelle on doit regarder les grandes chaînes de montagnes comme autant de centres d'où la population végétale, aussi bien qu'animale, s'est répandue sur le reste du globe.

Époques dans la propagation des plantes.

En effet, les chaînes des Alpes, de l'Atlas et du mont Taurus, le plateau central de l'Asie, celui de l'Afrique méridionale, les Andes, les Alleghany, semblent être la patrie des végétaux qui couvrent les contrées situées à leurs pieds. A ces grands centres du règne végétal, le progrès des découvertes joindra bientôt les plateaux ou les chaînes de montagnes qui doivent occuper l'intérieur de la Nouvelle-Hollande et le nord-ouest de l'Amérique.

Centres primitifs de la végétation.

Ce serait, selon nous, dénaturer entièrement une idée juste et évidente, que de vouloir encore réduire ces centres de la vie végétale et animale à un seul centre, ainsi que l'ont fait plusieurs savans, trop attachés au système invraisemblable d'une retraite lente et uniforme de la mer.

---

(1) *Plat.* de Leg., III, Oper. II, p. 677, édit. Serran. *Aristot.*, Météorol., II, 13. *Strab.*, Géog., l. XIII, 407, éd. Cas.

(2) *Rudbeck*, Atlantica, I, p. 25. *Torfæi*, Hist. Norveg., I, p. 111.

(3) Mémoires de l'Institut et Annales du Muséum.

La force organique dont la matière a été animée, n'aurait-elle agi dans l'origine que sur un seul point du globe? La nature n'aurait-elle pas, sur les rivages du Sénégal, exercé le même pouvoir qu'aux bords du Gange? Pourquoi les blés seraient-ils nés en Tartarie avant que de naître en Europe? Pourquoi l'Espagne et l'Italie n'auraient-elles pas produit des oliviers sauvages, puisque la Perse, bien plus froide, en est couverte? On exagère beaucoup les prétendues migrations des plantes. On veut, par exemple, que l'Europe ait reçu le froment et l'orge de la Tartarie; le noyer, de la Perse; l'olivier, de la Syrie; la vigne, des bords de la mer Caspienne; enfin, on accumule des témoignages historiques pour prouver que presque toutes nos plantes utiles sont venues d'Asie (1); mais toutes ces observations des anciens peuvent se rapporter uniquement à la *culture* d'une plante et non pas à son origine. Sans doute, Lucullе a le premier amené de Cerasonte en Pont les cerisiers cultivés depuis en Italie; Mais en rapportant ce fait, Pline nous dit que les cerises de Lusitanie étaient les plus estimées en Gaule Belgique, et que la Macédoine en produisait une espèce particulière (2). Aurait-il parlé de la sorte si les cerisiers de Macédoine et de Lusitanie descendaient de ceux du Pont? Le même auteur semble convenir que la vigne était indigène en Gaule (3). La tradition unanime de l'antiquité fait naître en Sicile ou dans l'Attique la culture du froment, culture contemporaine des premiers essais de législation (4). Une espèce de seigle, connue sous le nom celtique d'*Arinca*, conservé dans le terme dauphinois *Riguet*, était indigène dans les Gaules (5). Ces exemples, qu'il serait aisé de multiplier, prouvent que les

Sur les migrations des plantes.

(1) *Heyne*, Opusc. acad., vol. I, p. 330-383. *Linné*, Coloniæ plantarum, etc. *Sprengel*, cité par *Humboldt*, Tableaux de la nature, I. *Dureau de la Malle*, Aperçu de l'origine des plantes céréales, *Annales des voyages*, X, 321 *sqq*. (2) *Plin.*, Lib. XV, cap. 25.

(3) *Id.*, *Plin*, lib. XIV, 3, 9.

(4) *Pausan*, In Arcad. *Callim.*, Hymn. in Cerer. *Plin.*, VII, 56.

(5) *Plin.*, XVIII, 8.

plantes céréales, et en général les végétaux de l'Europe, peuvent se passer de l'honneur d'une origine étrangère. D'un autre côté, l'on ne saurait nier que les migrations de l'homme aient singulièrement influé sur l'extension géographique des plantes. Non seulement l'homme transporte à dessein le cafeyer de l'Arabie aux îles de Colomb, et la patate de l'Amérique aux rivages de l'Europe; mais même le simple hasard, en laissant une graine étrangère se mêler à un ballot de marchandise, a répandu plusieurs plantes du Brésil aux environs de Lisbonne, et quelques-unes de celles du Portugal sur les côtes voisines de Falmouth et de Plymouth en Angleterre.

Il y a dans la dissémination des plantes plusieurs singularités difficiles à expliquer et même à définir. Quelques plantes semblent vivre en société et occuper exclusivement de vastes terrains, d'où elles bannissent tout autre végétal. C'est ainsi qu'à travers le Jutland, le Holstein, le Hanovre, la Westphalie et la Hollande, on peut suivre une longue chaîne de collines uniquement couvertes de la bruyère ordinaire et de la bruyère *tetralix*. Depuis des siècles, les peuples agriculteurs combattent avec peu de succès contre la marche progressive de ces phalanges végétales (1). Il est encore singulier que le genre *erica* ne se trouve que sur un des côtés de notre planète. Parmi les cent trente-sept espèces de bruyères, connues jusqu'à présent, on n'en rencontre pas une seule dans le nouveau continent, depuis la Pensylvanie et le Labrador jusqu'à Nootka et Alaschka. Elles paraissent même peu communes en Asie. On voit d'autres fois des sauts singuliers dans la distribution des plantes. La plupart des arbres forestiers de l'Europe, même les plus robustes, disparaissent vers les monts Uraliens, et surtout vers les bords du Tobol et de l'Irtych : ils ne croissent pas en Sibérie, quoique sous le même climat; le chêne, le noisetier et le pommier sauvage suivent cette com-

Plantes qui vivent en société.

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 47.

mune loi; on en chercherait en vain un pied depuis le Tobol jusqu'à la Daourie; pourtant les deux premiers reparaissent tout-à-coup sur les bords de l'Argoun et de l'Amur; le dernier se montre de nouveau dans les îles Aleutiennes (1).

Ces remarques doivent faire sentir combien il serait difficile d'indiquer avec certitude des *régions* de géographie botanique, objet qui d'ailleurs semble appartenir à la partie de ce *Précis* qui contient les descriptions particulières des divers pays. Ici nous devons nous borner à quelques aperçus sur l'aspect et les avantages de la végétation dans les diverses *zones* du globe.

Végétation de la zone glaciale.

La zone glaciale renferme peu d'*espèces*; mais comme dans les courts momens de l'été polaire, la végétation est très-rapide, ces espèces deviennent plus nombreuses en individus, que l'on ne le croit communément. La verdure de l'été polaire se borne aux coteaux exposés au midi; elle est momentanée, mais elle est quelquefois brillante. Outre la mousse et les *lichens*, on y voit surtout des *fougères*, des *plantes rampantes* et des *arbustes* à baies, tels que les groseilles, les *rubus chamæmorus*, les *rubus arcticus* et les divers *vaccinium*, ressources et délices de la Sibérie et de Laponie. Nulle part ces fruits n'abondent davantage, nulle part ils n'ont autant de saveur. La zone glaciale admet aussi quelques arbres, surtout des *bouleaux* et des *saules*; mais ils restent nains toute leur vie, et ne s'élèvent qu'à un ou deux pieds. Tel est cependant le privilége du climat de l'Europe; la Laponie, qui est presqu'en totalité située dans la zone glaciale, produit du seigle, des légumes, aurait, selon M. *de Hermelin*, de belles forêts, si une mauvaise économie n'avait pas entraîné leur destruction. Comme les mousses, les lichens de l'Islande et du Groenland se retrouvent sur les Alpes et les Pyrénées, on peut dire que la zone glaciale ne possède aucune espèce végétale exclusivement.

(1) *Géorgi*, Description de la Russie, IIIe tome, 5e partie, p. 1301, 1305, 1015.

La zone tempérée boréale doit, sous le rapport du règne végétal, être partagée en deux moitiés ; mais la limite de ces demi-zones varie, selon le climat local, depuis le 50e jusqu'au 40e parallèle. Végétation de la zone tempérée.

Sur la limite de la zone tempérée et de la glaciale, commence l'éternelle verdure des pins et des sapins, ces arbres dont la forme se rapproche de la cristallisation, et qui, au milieu des hivers, conservant la chaleur de la vie, ressemblent aux peuples du nord qui, dans leur âpre climat, développent toutes les ressources du génie et du courage.

Plusieurs arbres fruitiers, les pommiers, les poiriers, les cerisiers, les pruniers, certains légumes, comme le chou, les pois, les raves, viennent mieux ou sont plus cultivés dans la moitié septentrionale de la zone tempérée. Le lin et le chanvre y sont indigènes. La verdure y est plus brillante, surtout dans les pays maritimes. A mesure qu'on y avance, le chêne, l'érable, l'orme, le tilleul, prennent le dessus sur le pin et le sapin. Les fruits plus délicats, l'olive, le citron, l'orange, la figue, et parmi les arbres sauvages, le cèdre, le cyprès, le liége, appartiennent plus spécialement à la partie la plus méridionale de la même zone. Il y a même une différence sensible entre la culture des légumes au-delà et en-deçà du 45e degré. Les fèves, les lentilles et les artichauts, paraissent indigènes au sud de cette ligne ; les oignons y ont moins d'âcreté ; plusieurs végétaux délicats ou aromatiques (comme les *truffes*) ne viennent pas dans la même perfection au nord de ce parallèle.

La *vigne* et les *mûriers* occupent le milieu entre le 30e et le 50e parallèles. Disons même que si la vigne a suivi la civilisation jusqu'au 50e degré et au-delà, ce n'est qu'en France, en Allemagne et en Hongrie, partie du globe trop petite pour ne pas être regardée comme une exception. La véritable patrie de la vigne est au sud du 45e degré ; les peuples qui habitent au nord de ce parallèle, arrachent à leur sol, à force de travail et de science, ce Patrie de la vigne.

que la nature prodigue à l'ignorance des vignerons d'Italie et à la paresse de ceux d'Espagne.

Les *pêches*, les *abricots*, les *amandes*, les *cognassiers*, les *châtaignes* et les *noix* craignent également le voisinage du tropique et celui du cercle polaire.

Culture des blés et grains

Quant aux blés, l'*avoine* et l'*orge* sont les espèces qui s'accommodent le mieux du froid; l'orge surtout semble alonger ou raccourcir la période de sa vie végétale, d'après la durée des étés; en Laponie et à Olekminsk, en Sibérie, elle mûrit en 7 à 8 semaines; malgré cette étonnante rapidité de croissance, l'hiver de Sibérie la surprend quelquefois (1). Entre le 60e et le 40e degrés, l'agriculteur plus heureux remplit ses granges de *seigle*, de *froment*, de millet, de *blé sarrasin*; riche de ces trésors, il n'envie point à des climats plus méridionaux, et situés vers le tropique, leur *riz*, leur *blé de Turquie*, et autres espèces semblables. Ces blés, moins favorables à la santé et à la vigueur de l'homme, peuvent même réussir jusqu'à la latitude de 50 degrés; mais une bonne économie rurale leur préfère des cultures moins incertaines.

Sur l'aspect général de la zone tempérée chaude.

L'Européen né au nord des Alpes, est sujet à se former une fausse idée du caractère de la zone comprise entre le 40e et le 25e degrés de latitude. Sortant de nos belles forêts de chênes, de nos vergers riants, accoutumé à fouler même dans l'été un beau gazon, il franchit les Alpes, les Cévennes, les Pyrénées; il est frappé de l'aspect nu et brûlé de la Provence, de l'Italie ou de l'Espagne; il se représente au-delà de la Méditerranée les vastes mers de sables de l'Afrique, et il est tenté de croire que toute cette zone est naturellement dénuée d'arbres: il se trompe. Il est vrai que dans tous les pays voisins de la Méditerranée, et où domine le calcaire secondaire, une partie de la superficie du sol n'est qu'un rocher nu. La beauté pittoresque de l'Italie a surtout pour cause le contraste agréable qu'offrent la roche inanimée et la végétation vigou-

(1) *Georgi*, Description de la Russie, III, 716.

reuse éparse çà et là sur sa surface. Mais partout où cette roche moins crevassée retient l'eau à la surface de la terre, comme sur les bords enchantés du lac d'Albano, l'Italie a ses forêts de chênes aussi touffues et aussi vertes que celles qu'on admire dans le nord de l'Europe (1). Les grands déserts ou mers de sables de l'Afrique, sont un phénomène local et qui ne tient point aux zones, puisqu'il se répète en Perse et en Tartarie sous une latitude beaucoup plus élevée. C'est un haut fonds de l'ancienne mer du globe, si l'on admet la théorie de M. Deluc.

Il faut cependant convenir que la zone tempérée chaude, ou celle du 40e jusqu'au 25e parallèle, offre en général moins d'humidité constante et une végétation moins belle que la zone tempérée froide; il n'y a d'exception que pour les États-Unis et la Chine, régions où, par une suite de la situation géographique (2), le climat de la zone tempérée froide et celui de la zone torride, se touchent immédiatement, et souvent alternent ensemble, ce qui y produit le mélange le plus agréable de la végétation boréale et de celle des régions équatoréales.

Végétation de la zone torride.

La *zone torride* possède des richesses végétales que l'on désirerait en vain naturaliser dans les autres régions du globe. C'est elle qui voit mûrir les fruits les plus succulens, et les aromates les plus piquans; toute la végétation y a plus de force, plus de variété et plus d'éclat; les rayons ardens du soleil y érigent la plante en arbuste, et l'arbuste en arbre; ce n'est pas une simple sève qui coule dans les veines des végétaux, ce sont des baumes, des gommes, des sucs qui flattent et excitent le goût difficile et émoussé du voluptueux Européen, des remèdes précieux et uniques contre ces maux qui assiégent l'humanité. Quel paradis, si l'on pouvait y transporter la civilisation et la morale! C'est là que s'élèvent la *canne à sucre*, le *cafeyer*, le *pal-*

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, I, 20.
(2) Comp. ci-dessus, L. XXXIX, p. 415 et 416.

mier, l'*arbre à pain*, le *pisang*, l'immense *baobab*, les *choux palmistes*, le *cacao*, la *vanille*, la *cannelle*, la *noix muscade*, le *poivrier*, le *camphrier*, etc. Il y a encore beaucoup de bois de teinture et des espèces particulières de blé, comme le *durra*, le *holcus*, le *cambu*, le *kébru*, qui appartiennent presque exclusivement à la zone torride, tandis que cette zone n'est privée d'aucune espèce de celles qui viennent sous un ciel moins ardent. La plante qui, en Sibérie, végète dans la plaine, se trouve aux plus hauts sommets des montagnes sous la ligne; et les flancs de ces mêmes monts représentent la zone tempérée.

Aspect de la végétation dans la zone torride.

L'aspect de la végétation, sous l'équateur, enchante l'imagination; c'est là que les plantes déploient les formes les plus majestueuses. De même que, dans les frimas du nord, l'écorce des arbres est couverte de lichens et de mousses, de même entre les tropiques le *cymbidium* et la vanille odorante animent le tronc de l'*anacardium* et du figuier gigantesque. La verdure fraîche des feuilles du *pothos*, contraste avec les fleurs des orchidées, variées de mille couleurs bizarres. Les *bauhinia*, les grenadilles grimpantes et les *banisteria* aux fleurs d'un jaune doré, enlacent le tronc des arbres des forêts. Des fleurs délicates naissent des racines du *theobroma*, ainsi que de l'écorce épaisse, rude et noircie du calebassier et du *gustavia*. Au milieu de cette végétation si riche et de cette confusion de plantes grimpantes, le naturaliste a souvent de la peine à reconnaître à quelle tige appartiennent les feuilles et les fleurs. Un seul arbre orné de *paullinia*, de *bignonia* et de *dendrobium*, forme un groupe de végétaux qui, séparés les uns des autres, couvraient un espace considérable (1). Dans la zone torride, les plantes plus abondantes en sucs, offrent une verdure plus éclatante, et des feuilles plus grandes et plus brillantes que dans les climats du nord. Les végétaux qui vivent en société et qui rendent monotone l'aspect des campagnes de l'Europe, manquent presqu'entièrement dans les régions

(1) *Humboldt*, Tableaux de la nature, II, 60.

équatoréales. Des arbres deux fois aussi élevés que nos chênes, s'y parent de fleurs aussi grandes et aussi belles que nos lys. Sur les bords ombragés de la rivière de la Madeleine, dans l'Amérique méridionale, croît une aristoloche grimpante, dont les fleurs ont quatre pieds de circonférence. Les enfans s'amusent à s'en couvrir la tête. Joutez à ce tableau les formes gigantesques des baobabs, dont la circonférence s'étend quelquefois à 80 pieds, et la taille élégamment hardie des *eucalyptus* et des palmiers à cire qui, atteignant de 150 à 180 pieds d'élévation, forment des portiques aériens au-dessus des forêts.

La hauteur prodigieuse à laquelle s'élèvent sous les tropiques, des contrées entières, et la température froide de cette élévation, procurent aux habitans de la zone torride un coup d'œil extraordinaire. Outre les groupes de palmiers et de bananiers, ils ont aussi autour d'eux des formes de végétaux qui semblent n'appartenir qu'aux régions du nord. Des cyprès, des sapins et des chênes, des épines-vinettes, et des aunes qui se rapprochent beaucoup des nôtres, couvrent les cantons montueux du sud du Mexique, ainsi que la chaîne des Andes sous l'équateur.

Sur la zone tempérée australe.

La zone tempérée australe viendrait maintenant terminer le tableau phytographique du globe, si on osait assurer que sous le rapport de la végétation, il existe une zone semblable. Mais il semble que les trois extrémités de l'Amérique, de l'Afrique et de la Nouvelle-Hollande, comprises dans cette zone, ne contiennent que des colonies végétales, qui, de la zone torride de chacune de ces régions, se sont répandues au sud. D'après ce point de vue, il est probable que la végétation de ces trois extrémités de continens, même lorsqu'elle sera mieux connue, offrira plutôt des scènes locales qu'un tableau général.

LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre considérée comme le séjour des êtres organiques. DEUXIÈME SECTION : *De la distribution géographique des Animaux.*

LA force inconnue qui a répandu sur le globe la vie animale, et qui l'y entretient, n'a pas sans doute été circonscrite dans une seule région. Partout, la matière a dû s'animer à la voix du grand être ; partout, les molécules élémentaires en se rapprochant, en se disposant par fibres, muscles et os, ont dû présenter le spectacle de cette *génération spontanée*, qui probablement a lieu tous les jours pour les *animaux infusoires*, pour ces *monades* que la vue armée même n'aperçoit que comme un point, pour ces *volvoces* qui ne sont qu'un globe de matière sans organes, pour ces *rotifères* qui, après être restées desséchées pendant plusieurs années, reprennent de la vie dès qu'on les humecte (1). Il est difficile de croire qu'il existe dans cette première tendance de la matière vers l'organisation, des différences fondées sur la position géographique des lieux.

Vues générales.

Génération spontanée.

Les *zoophytes* sont en grande partie si mal connus, et si difficiles à classer, qu'on ne saurait dire si chaque région maritime possède en propre telle ou telle espèce. Le *corail*, animal au-dehors et rocher en-dedans, les *madrépores* et les *millepores*, qui, au contraire, ont une enveloppe pierreuse, semblent n'exister que dans les régions voisines des tropiques, dans les mers échauffées par les rayons directs du soleil. Il y a trois ou quatre grandes *mers de corail* sur le globe : d'abord, la partie du grand Océan où s'élèvent les îles basses, celles des Amis, la

Zoophytes.

Mers de corail.

(1) Comp. *Cuvier*, Tableau élémentaire des animaux, p. 663.

Nouvelle-Calédoine, les îles Salomon, et, en général, les étendues de mer comprises entre les diverses parties de l'*Océanique;* c'est là qu'à chaque pas le navigateur court risque d'échouer contre un roc de corail, s'élevant perpendiculairement d'une profondeur immense ; la deuxième région de ce genre s'étend depuis la côte de Malabar jusqu'à celles de Madagascar et de Zanguebar; notre Méditerranée est la troisième région, mais le corail précieux qu'elle fournit, et qui est recherché depuis l'Afrique jusqu'au Japon, diffère essentiellement des grossières substances dont sont composées les îles de la mer du Sud. Les golfes d'Arabie et de Perse, paraissent, d'après les anciens, être peuplés de zoophytes, qui y forment comme des forêts souterraines (1). La mer des Antilles et le golfe du Mexique, doivent contenir beaucoup de madrépores. Mais qui connaît assez les diverses *holothuries, astéries, méduses*, et autres légers embryons d'êtres, pour assigner leur région natale ? Les laborieux voyageurs *Péron* et *Lesueur*, qui ont si bien observé les formes fugitives et délicates des zoophytes (2), ont trouvé le genre *pyrosoma* cantonné dans une seule région de la mer Atlantique, et ils pensent que chaque espèce de zoophyte a son domicile déterminé par la température qui lui est nécessaire.

L'abîme renferme encore des monstres qu'il est dangereux d'observer de près. Quand parviendra-t-on à distinguer avec assez de certitude les diverses espèces de *polypes* ou *hydres*, pour indiquer les limites de leur patrie au fond des abîmes qu'ils habitent ? Il nous paraît probable que la grandeur des polypes varie selon la profondeur des mers où ils demeurent. Si le détroit de Messine, si la Manche en offre notoirement qui aient des bras de 10 pieds de long, pourquoi traiterait-on de fables les récits très-circonstanciés des anciens (3) et des mo-

Remarque sur les polypes.

(1) *Plin.*, Hist. nat., XIII, 25.
(2) Voyages aux Terres Australes, I, 492, et l'atlas, pl. XXIX-XXXI.
(3) *Plin.*, IX, 30. *Ælian.*, Hist. nat., XIII, 6.

dernes (1), qui parlent des polypes pris dans la Méditerranée, dans la mer Atlantique et dans la mer des Indes et dont les bras, d'après des mesures faites de sang-froid, se sont trouvés avoir 30 à 40 pieds de long? Ne serait-il pas même dans les règles de la saine critique de suspendre notre jugement à l'égard de ces monstrueux polypes, désignés en Norvège sous le nom de *krake* (2), et dont plusieurs naturalistes estimables (3) ont cru trouver l'existence démontrée de nouveau par des observations récentes?

Sur les mollusques et les coquillages.

Les zoophytes nous offrent les premières ébauches de la force créatrice; ce ne sont pas encore des êtres individuels, ce sont des masses confuses de plusieurs êtres, animés d'un commencement de vie. Les *mollusques*, tant nus que *testacés*, jouissent déjà d'une vraie existence individuelle. Aussi, leurs divers genres ont diverses patries; les coquillages de Timor ne se trouvent sur les côtes de la Nouvelle-Hollande que jusqu'à la pointe sud-ouest; de l'autre côté, les coquillages de l'île Van-Diémen, tels que l'*haliotis gigantea* et le *phasianellus*, diminuent de grandeur en suivant les côtes de la Nouvelle-Hollande jusqu'au détroit du roi Georges, et disparaissent au-delà (4). La pinne-marine, dont le byssus éclatant éclipse la soie, ne prospère que dans les mers de l'Inde et dans la Méditerranée. L'huître à perles ne donne des produits riches et parfaits que dans les mers équatoréales. Mais l'arrangement naturel est souvent dérangé; les bâtimens auxquels les coquillages s'accrochent, les transportent d'un pôle à l'autre. Ce n'est que par cette voie que les eaux de la Hollande ont été peuplées de ce *teredo navalis* qui détruit les vaisseaux (5).

(1) *Aldrovand.*, de Mollusc is, part. VII, c. 2. *Johnston*, de Exanguib. aquat., lib. I, tit. 2, c. 1. *Swediaur*, Journal de physique, 1784, vol. II, p. 284 *sqq*. (2) Voyez notre vol. V, article *Norvège*.

(3) *Bosc*, Hist. nat. des vers, I, p. 36. *Montfort*, Histoire des mollusques, II, 71, 153-218. *Pennant*, British zoology, IV, tab. 28, *fig.* 44.

(4) *Péron* et *Lesueur*, Annales du Muséum d'histoire naturelle, V.

(5) *Sellii*, Hist. nat. teredin. Utrecht, 1733.

La sécrétion calcaire des zoophytes est déjà roche ou pierre, au moment où l'animal meurt; la sécrétion calcaire des mollusques testacés, ou les *coquilles*, ne forme des roches qu'en se décomposant. La structure des coraux et madrépores est grenue; celle des coquilles est lamelleuse ou stratifiée.

Distribution géographique des insectes.

Cet ordre d'animaux dépourvus de sensibilité se rattache au règne minéral; nous nous élevons à un autre ordre qui se rapproche du règne végétal; c'est l'ordre des *insectes*, dont les vers forment la plus basse échelle. L'insecte qui, en passant par les états de larve et de chrysalide, rappelle le développement successif des oignons, de la tige et des fleurs, l'insecte qu'on pourrait appeler une fleur ailée et animée, possède déjà dans son organisation compliquée quelques traces obscures de sensibilité, quoique l'irritabilité y prédomine encore. C'est au milieu de la plus vigoureuse végétation, c'est dans la zone équatoréale que naissent les insectes les plus brillans et les plus forts. Ce sont les papillons d'Afrique, des Indes orientales et d'Amérique, dont les couleurs éclatantes rivalisent celles des métaux. C'est encore dans ces régions, et surtout dans l'Amérique méridionale, que les forêts, peuplées de millions de vers luisans, offrent à l'œil du voyageur nocturne le spectacle d'un immense incendie. Le termite d'Afrique, nommé aussi fourmi blanche, bâtit des collines solides, et l'araignée de la Guyane attaque avec succès les oiseaux. Même parmi les insectes aquatiques, le *limulus gigas*, le plus grand de tous (1), habite sous l'équateur, comme l'indique son nom vulgaire : *crabe des Moluques*. Certains genres, surtout les cousins, les abeilles et les mouches, paraissent être répandus également sur tout le globe; le court été du pôle en fait éclore une multitude aussi innombrable que les chaleurs de la zone torride; la moustique, qui tourmente le voyageur aux bords de l'Oré-

(1) *Cuvier*, Tableau élémentaire, 452.

nque, ressemble à celle qui bourdonne en Laponie. Partout où l'homme n'a point desséché les marais, éclairci les forêts, les insectes règnent en tyrans : l'histoire connaît plusieurs exemples de villes et de contrées rendues inhabitables par la multitude d'abeilles, de guêpes, ou des cousins (1). On a vu des armées et des tribus entières s'enfuir devant ces faibles insectes, devenus invincibles par leur nombre.

Pays rendus inhabitables par des insectes.

Les sécrétions des insectes, ne se rapprochent pas du règne minéral, comme celles des zoophytes et des mollusques ; elles ont le caractère des sucs végétaux. Mais ces sécrétions paraissent, autant que celles du polype à corail, provoquées par des instincts aveugles, plutôt que par des sensations semblables à celles des animaux parfaits. L'industrie tant admirée de l'abeille, ne suppose point de volonté libre et individuelle.

Nous avons suivi à travers les ordres des zoophytes, des mollusques et des insectes, le perfectionnement graduel des *animaux à sang blanc et sans vertèbres*, qui, dénués ou foiblement pourvus d'organes de sensibilité, paraissent constituer dans le règne animal, pour ainsi dire un *hémisphère* diamétralement opposé à celui des *animaux à vertèbres et à sang rouge.*

Cette deuxième série du règne animal, commence comme la première au sein de l'Océan, ce berceau de toutes les organisations primitives.

Sur les poissons.

Les *poissons*, quoiqu'au plus bas degré de l'échelle, se détachent déjà fortement de la nature inorganique ; ils offrent déjà le commencement d'une ossification intérieure, mêlée, il est vrai, de quelques traces de ces sécrétions extérieures, de ces couvertures solides qui appartiennent aux animaux sans vertèbres. Les poissons n'ayant ni l'aveugle instinct des insectes, ni dans un haut degré l'instinct motivé des mammifères, paraissent inférieurs, même

(1) *Hérod.*, V, 10, *Plin.*, VIII, 29-58. *Ælian*, XVII, 35. *Pausan*, in Achaïcis. Comp. *Bochart*, Hierozoicon, l. IV, c. 13, vol. II, p. 539 *sqq.*

à plusieurs animaux à sang blanc, quoiqu'ils fassent partie d'un ordre supérieur à celui auquel ces animaux appartiennent. Le règne animal n'offre point une série progressive, mais deux grandes séries composées de plusieurs ordres progressifs chacune; de sorte que les gradations dans le perfectionnement de l'organisation, ne peuvent ni ne doivent se trouver continuées de genre en genre, à travers l'échelle, mais seulement de l'ensemble d'un ordre à celui d'un autre.

Le défaut d'industrie que nous venons de remarquer dans les poissons, rend probable que chaque bassin de l'Océan a ses tribus particulières qui y naissent et meurent. On connaît les stations de quelques espèces de poissons. Ainsi la morue, répandue dans toutes les mers boréales, entre l'Europe et l'Amérique, se rassemble principalement sur les grands bancs de sable au sud-est de Terre-Neuve. Poursuivie par vingt mille pêcheurs, la morue se reproduit avec une fécondité étonnante; on a calculé que chaque femelle portait dans son ovaire plus de neuf millions d'œufs(1). Les *coryphènes* et les *chatœdons* ou *bandouillères*, se tiennent exclusivement dans la zone torride; ce sont diverses espèces de ces genres qui, à cause de leurs brillantes couleurs, ont reçu le nom de *dorades*. Ce sont les ennemis les plus actifs des poissons volans, qui également ne se montrent qu'entre les tropiques, ou tout au plus vers le 40e parallèle de latitude. Ces genres se trouvent aussi bien dans l'Océan oriental que dans l'Atlantique, mais il est probable que les espèces varient. On croirait les *poissons électriques* circonscrits dans la zone torride; en effet, le gymnote électrique appartient exclusivement à l'Amérique, et le tremblеur ou le *silurus electricus* aux fleuves d'Afrique. Mais la torpille paraît répandue dans toutes les mers.

Sur les stations de quelques poissons.

Quel œil mortel a parcouru les profondeurs de l'Océan? Qui en connaît les productions et la température? Combien de côtes mêmes dont les pêcheries sont ou nulles ou mal décrites! En analysant même les magnifiques ou-

(1) *Cuvier*, Tableau élémentaire, p. 337.

vrages de l'illustre *Lacépède*, nous ne pourrions point composer un tableau vraiment général, et les descriptions particulières de chaque mer sont réservées pour d'autres volumes de ce *Précis*.

Migrations des poissons

Les migrations des poissons sont provoquées par le besoin de trouver des eaux moins profondes, afin d'y déposer leurs frais. Ainsi les *harengs* venant du fond de la Mer Glaciale, se transportent tous les ans sur les côtes de l'Islande, de l'Écosse, de la Norvège, de la Suède, du Danemarck, de la Hollande et des États-Unis (1), aussi bien que sur celles de Kamtchatka et des îles voisines (2). Il paraît prouvé que les immenses légions de harengs suivent machinalement les chaînes des bancs et rochers sous-marins qu'elles rencontrent. Les variations prétendues et réelles, qu'éprouvent ces migrations, semblent aussi dépendre des causes locales que nous indiquerons dans un autre endroit. Les *thons* se transportent également tous les ans de l'Océan Atlantique dans la mer Méditerranée ; fait que déjà les anciens avaient observé et décrit (3). Outre ces migrations annuelles, et en partie exactement connues, les courans doivent en occasionner d'autres qui échappent à l'observation. Il est vrai que les poissons, en général, paraissent souffrir beaucoup par un changement soudain de température (4), ce qui peut faire croire que les poissons vivans à la surface de la mer sont circonscrits dans certaines régions. Mais d'un autre côté, les observations de MM. Biot et Laroche, en démontrant l'admirable propriété qu'ont les organes respiratoires des poissons de s'emparer d'autant plus d'oxigène qu'ils descendent à une plus grande profondeur (5), ne mettent aucune borne aux migrations des espèces qui vivent dans les couches inférieures de la mer.

Les poissons des lacs et des fleuves sont encore moins

(1) *Gilpin*, sur les Migrations des harengs dans les *Transactions of the American society of Philadelphia*, II, 786.

(2) *Krachenninikow*, Descript. de Kamtchatka.

(3) *Oppian.*, *Halieutic.* III, v. 633 *sqq.* (4) *Provençal* et *Humboldt*, Memoires de la société d'Arcueil, II, 398. (5) *Biot*, *ibid.*, p. 487.

susceptibles d'une classification géographique. Les genres *cyprinus* et *perca* dont la carpe et la perche sont les types, peuplent presque toutes les rivières des zones tempérées ; les esturgeons habitent les petites Méditerranées, telles que la Baltique, la Caspienne, le Pont-Euxin ; la grande espèce (1), fréquente dans le Wolga et le Danube, le cède encore pour la taille au *mâl* ou *silurus glanis*, le géant des poissons fluviatiles. Le vorace brochet et quelques autres espèces, vivent souvent dans des mares souterraines qui ne communiquent avec l'atmosphère que par de petites ouvertures. Poissons d'eaux douces.

Une circonstance plus digne de figurer dans un tableau général, c'est la présence des poissons de mer tels que le cabelian, dans le lac Winnipeg, au centre de l'Amérique septentrionale (2). Poissons dans des localités singulières.

Il y a des poissons qui s'avancent hors de leur élément ; les anguilles traversent les prairies, et, sur la côte de Coromandel, une espèce de perche, *perca scandens*, grimpe sur les palmiers (3).

L'histoire naturelle nous pardonnera de ne point séparer des poissons ces êtres équivoques qui, avec le sang chaud des mammifères, possèdent un mélange de formes propres aux poissons et aux quadrupèdes. Habitans de la mer et de la terre, les *baleines*, le *narval*, les *cachalots*, les *dauphins*, les *morses*, les *phoques*, lient par le perfectionnement progressif de leur organisation deux ordres différens : il y a peu de choses qui distinguent une baleine des poissons, et il y a des phoques qu'on a confondus avec des loutres. Plus l'ossification est complète et plus les organes se détachent, plus la sensibilité s'accroît. Les phoques et les lamantins offrent déjà quelques traces d'affections sociales. Cétacés, phoques, etc.

Comme les mammifères amphibies et cétacés ont besoin

(1) *Acipenser-Huso*. (2) *Goldson*, Remarques sur le voyage *de Fuente*, dans *Sprengel*, Choix des voyages, etc., IV, 164 (en allemand).
(3) *Daldorf*, Transact., of the Linnean society, III, 62.

de respirer fréquemment l'air atmosphérique, il paraît qu'ils doivent être bornés à certains climats. Les phoques des mers australes sont des espèces différentes de celles qui peuplent les mers boréales (1). Le lion de mer des parages de Kamtchatka diffère essentiellement de celui des mers de Groenland (2). Les phoques vitulines ou veaux-marins, qu'on prétend exister dans la mer Caspienne, dans les lacs d'Aral, de Baikal et de Ladoga, paraissent être une espèce rapprochée des loutres et différente des phoques marines, ce qui nous dispense d'admettre les révolutions physiques par lesquelles on a voulu les faire arriver dans ces eaux intérieures, comme si la nature ne pouvait pas produire des phoques partout. La grande baleine des mers boréales, quoiqu'elle soit autrefois entrée dans la Méditerranée (3), n'a guère pu s'approcher de l'équateur ; les baleines de l'Océan austral sont probablement d'une autre race. Le cachalot à grosse tête, habitant des régions équatoréales, surtout de l'Océan Indien, et qui nous donne l'ambre gris, diffère essentiellement du grand cachalot des mers glaciales.

Distribution géographique des cétacés.

Parmi les animaux terrestres, les *reptiles* occupent le dernier rang. Leurs organes sont empâtés ; ils en manquent en partie ; un épais bouclier ou une peau écailleuse les couvre ; les os sont mous ; la force vitale disséminée dans tous les membres, n'a point de centre d'énergie ; enfin, les parties d'un animal, étant découpées, se reproduisent d'elles-mêmes. Tous ces traits caractéristiques indiquent un premier essor de la nature, un détachement imparfait de la matière brute. Aussi les reptiles semblent-ils prospérer dans la boue, échauffée par les rayons verticaux du soleil. Le crocodile de l'Afrique, le gavial du Gange et les divers caïmans d'Amérique sont les géans du genre *lézard* ; c'est dans les régions les plus chaudes de l'Am-

Remarques sur les reptiles.

(1) *Péron*, Annales du Muséum, XV, 300.

(2) *Steller*, Nov. Comm. Petrop. II, 360-366. *Otto Fabricius*, Faun. Grœnlandica, p. 7. (3) *Plin.*, IX, 3.

rique et des Terres Océaniques, que les serpens se roulent en orbes immenses, ou portent sous leur dent un venin mortel; les tortues qui paissent les algues dont se tapisse le fond de l'Océan, ne couvrent d'une infinité d'œufs que les sables des régions équatoréales.

En créant les oiseaux, la nature a reproduit l'ordre des insectes, mais avec plus de simplicité, de liberté et d'énergie. Leurs os plus durs et plus nombreux que ceux des poissons et des reptiles, marquent une organisation plus parfaite. Les ailes dont ces animaux sont pourvus, semblent leur assigner l'atmosphère entier pour domaine; mais le plumage dont ils sont couverts, et qui, semblable à une vraie végétation, varie selon les climats et les températures, nous prouve que ces êtres en apparence si libres, sont pourtant soumis à certaines lois géographiques. Ceux même à qui leur constitution robuste permettrait de se répandre au loin, semblent attachés par des goûts et des affections aux lieux qui les virent naître. Ainsi, le *condor* et le *roi des vautours* qui plane au-dessus de Chimboraço même, n'abandonnent point la chaîne des Cordillières du Pérou et du Mexique; le vautour d'agneaux et le grand aigle, ne s'éloignent pas des sommets de nos Alpes. L'aigle de mer ou l'orfraie est peut-être répandu autour du globe. Dans l'ordre naturel des *passereaux*, les voyageurs se sont souvent trompés en confondant les espèces étrangères avec celles d'Europe; ainsi les *calaos* d'Afrique et des Indes diffèrent de nos corbeaux, et les *manakins* d'Amérique ne sont point nos mézanges malgré quelques traits de ressemblance. La zone torride possède encore en particulier les diverses espèces de *perroquets* communes en Amérique; de *kakatoes*, bornés aux Indes orientales; de *loris*, plus beaux dans les îles au sud-ouest de l'Asie, et d'*aras* qui sont tous d'Amérique. Le fameux *oiseau de paradis* ne sort pas même d'une région assez étroite de la zone torride, savoir, de la Nouvelle-Guinée et des îles voisines. Parmi les oiseaux qui ne savent pas voler, chaque région équatoréale, isolée par des mers, a produit ses

Vues géographiques sur les oiseaux.

Oiseaux de la zone torride.

espèces particulières ; l'*autruche* d'Afrique et d'Arabie, le *casoar* de Java, des îles voisines, et de la Nouvelle-Hollande, et le *touyon* d'Amérique offrent, dans des espèces très-distinctes, la même tendance générale de l'organisation. Les oiseaux de moyenne et de petite taille dans les contrées équinoxiales, brillent des couleurs les plus magnifiques ; leur plumage reproduit l'éclat métallique des insectes de la même zone.

Oiseaux de la zone tempérée.

La zone tempérée pour les oiseaux s'étend dans notre hémisphère depuis le 30e parallèle jusqu'au 60e ; en dedans de ces limites, les genres et même quelques espèces n'ont plus de régions particulières bien fixes ; d'ailleurs les hommes en ont transplanté ou entraîné sur leurs pas une foule d'espèces originairement bornées à une seule contrée. Le phénomène géographique le plus remarquable, c'est la migration annuelle des hirondelles, des cigognes et des grues qui, aux approches de l'hiver, abandonnent les contrées boréales de l'Europe pour se rendre, soit en Italie et en Espagne, soit même en Afrique. Quelques espèces d'hirondelles se plongent dans les lacs et les marais, où elles restent engourdies pendant l'hiver (1).

Migrations annuelles.

Oiseaux de la zone glaciale.

La zone glaciale compte un petit nombre d'espèces qui lui sont particulières, entre autres l'*anas mollissima*, dont les nids nous fournissent l'édredon. Mais on doit plutôt considérer cet oiseau aquatique comme attaché aux rivages des mers glaciales. Le *strix lapponicus* et le *tetrao lagopus* vivent sur les montagnes couvertes de neiges perpétuelles.

Oiseaux maritimes.

Chaque grande division maritime du globe a ses oiseaux particuliers. L'*albatros* plane sur les flots dès qu'on s'approche du 40e parallèle de latitude. Les *frégates* et les *oiseaux tropiques* ne s'éloignent pas de la zone torride ; leurs espèces diffèrent probablement d'un océan à l'autre. Le *pingouin* du pôle boréal diffère du *manchot* des mers

(1) Comp. *Guenau*, dans *Buffon*, Histoire des oiseaux, vol. VIII, p. 857. *Daines Barrington*, Miscellanies, p. 225. Mem. of the American academy of Boston, I, p. 494, II, p. 93 *sqq.*

australes ; ces oiseaux sans ailes offrent la dernière dégénération de l'ordre auquel ils appartiennent.

Quadrupèdes.

Nous voilà arrivés à un ordre d'animaux bien plus parfaitement organisés que tous ceux que nous venons de considérer. C'est surtout par rapport aux quadrupèdes, qu'il est intéressant de considérer la distribution géographique des espèces dans les diverses zones et dans les deux continens. Cette recherche a déjà jeté un grand jour sur l'histoire de la terre, et se lie même à celle de l'homme (1).

Leurs migrations.

Dans les migrations des animaux, il ne s'agit pas tant de leur *force active*, ou de l'énergie de leurs organes, que de ce qu'on pourrait appeler leur *force passive*, c'est-à-dire, la faculté de résister aux changemens de température. Souvent dans tout un genre, une seule espèce est douée de cette faculté. D'autres fois, une espèce animale ne doit sa grande extension qu'aux soins de l'homme, qui a su se l'assujettir, et qui l'a transportée avec lui aux deux bouts du monde. Les organes extérieurs d'un animal subissent déjà de grands changemens par le seul effet de leur *domesticité;* la diversité du climat en produit d'autres non moins remarquables. Quant aux animaux sauvages, ils se règlent dans leur migration, surtout d'après l'abondance ou la disette des vivres ; les *carnivores* trouvent partout leur nourriture naturelle ; ils se contentent au besoin des végétaux ; et par cette raison, ils ont dû se répandre fort au loin. Ceux qui ne souffrent point les grands froids, n'ont pu se répandre de l'ancien dans le nouveau continent, parce que les seules communications immédiates qu'il y ait entre ces deux continens, sont celles formées par les glaces arctiques. Il y a beaucoup d'espèces animales, dont l'histoire prouve l'ancien séjour dans des climats beaucoup plus froids que ceux où ils vivent aujourd'hui. Tantôt les persécutions continuelles de l'homme les ont anéantis ou chassés ; tantôt les progrès de l'agriculture, en diminuant les forêts, leur ont

(1) *Zimmerman*, Zoologie géographique, 3 vol. in-8°, 1783, en all.

enlevé à la fois leur territoire de chasse et leurs asiles.

Plusieurs quadrupèdes par leur extension à peu près générale, éludent les lois d'une classification géographique.

Animaux généralement répandus.

Ces quadrupèdes sont, ou *en état de domesticité*, comme le chien, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cheval, l'âne, le cochon et le chat, ou dans l'*état sauvage*, comme le renard, l'ours, le lièvre, le lapin, le cerf, le daim, l'écureuil, le rat, la souris, l'hermaline. Il y en a cependant parmi ces animaux, qui ne vivent pas dans la zone glaciale.

Le chien.

Le *chien*, fidèle compagnon de l'homme, l'a suivi dans tous les climats; il est chez quelques peuples, le seul animal domestique, et remplace pour eux à la fois, le cheval et le bœuf. Vers l'équateur, comme vers le pôle, il perd sa voix; son aboyement se change en un murmure. Cette espèce est répandue jusque dans la Nouvelle-Hollande (1).

Le bœuf.

Le *bœuf* vit jusque sous le 64e degré, et même en Laponie jusqu'au 71e. Il paraît que cet animal est natif de la partie la plus chaude de la zone tempérée de l'ancien continent; c'est là où il atteint le plus haut degré de force et de courage. Mais dans les climats humides et froids, comme la Gallicie, le Holstein, l'Irlande, il prend un plus grand volume, et les vaches y donnent plus de lait. En Islande, c'est dans les vallées exposées au nord, et sous le 65e degré de latitude, que le bétail vient le mieux; les vaches n'y ont point de cornes, mais donnent beaucoup de lait. L'ancienne colonie Islandaise en Groenland a dû exporter du beurre, du bœuf salé et des peaux de bœufs (2). Ainsi, la bienfaisante providence a voulu que cette utile espèce pût supporter presque tous les climats, et suivre l'homme jusqu'aux derniers confins de la nature animée.

Le mouton.

La *brebis* et la *chèvre* supportent également le froid po-

(1) *Collins*, Relation, etc. p. 567 (en anglais).
(2) *Speculum regale*, 188, 191, 200. Voyez notre vol. I, p. 391.

laire et les chaleurs de la zone torride. La chèvre existe en assez grand nombre en Norvège et en Islande. Il paraît qu'il y a eu au moins deux races originaires de brebis : l'une venue de la Barbarie et du mont Atlas ; l'autre du plateau de la Tartarie. C'est la race d'Afrique qui s'est répandue en Espagne et en Angleterre. L'aïeul de la brebis, l'*argali* ou le *moufflon* vit encore, selon *Zimmermann*, dans toutes les grandes montagnes des deux continens. Le *capricorne* et le *bouquetin*, qui sont les ancêtres du bouc et de la chèvre, habitent les plus hauts sommets de deux continens.

Le cheval.

Le *cheval* qui n'existait point dans le nouveau continent, avant l'arrivée des Européens, s'est répandu en Europe et en Islande, jusqu'au-delà du cercle polaire. En Asie, il ne passe guère le 64e parallèle. En Amérique, il est répandu jusque sur la terre des Patagons, dont le climat, sous le 50e degré de latitude septentrionale, répond aux climats de l'hémisphère boréal sous le 60e degré.

Trois races de chevaux.

Il nous semble qu'il y a eu, dans l'ancien continent au moins, *trois races originaires de chevaux*. La première, la mieux proportionnée, s'est répandue d'abord entre les 40e et 55e parallèles ; elle était probablement native de la Grande-Bucharie, de la Perse, ou même de l'Asie-Mineure (1). Les chevaux tartares, et ceux de Pologne et de Hongrie, nous semblent avoir conservé le type originaire de la race. Dans les pays d'un froid humide tempéré, et dans des pâturages fertiles, cette même race est devenue plus grande et plus forte ; les formes mieux développées ont pris cette harmonie, cette noblesse guerrière, qui distinguent les chevaux danois, normands et napolitains ; ceux-ci ont cependant été mêlés avec la race arabe. La troisième variété de la première race s'est formée par dégénération, dans les pays trop humides ; on peut même suivre les degrés de cette transformation ; les chevaux du pays de Brême offrent déjà les pieds moins bien faits

Race persane.

(1) Voyez les passages recueillis par *Bochart*, Hierozoïcon, L. II, ch. 9.

que ceux de Holstein et du Jutland. Si l'on avance jusque dans l'Ostfrise, les formes deviennent toujours de plus en plus grossières.

Race mongole ou scythe.

La seconde race est petite, quelquefois presque naine; elle a le corps carré, et est douée d'une grande force et d'une agilité surprenante. Elle semble être originaire des plateaux septentrionaux de l'Asie, des stepps des Kirguises, quoique Pallas regarde les chevaux sauvages de ces contrées comme venus des haras (1). Cette race, selon quelques rapports, paraît être répandue dans le nord de l'Inde (2), dans la Chine, et dans les îles du Japon. Il est plus certain qu'elle est commune en Russie et en Scandinavie; les Norvégiens l'ont portée en Islande et en Ecosse. Elle existe dans l'île danoise de Sélande.

Race arabe ou africaine.

La troisième race de chevaux est douée des qualités les plus brillantes : d'une extrême légèreté et souplesse, d'une grande vigueur et d'un caractère ardent. Nous voulons parler de la *race arabe*, qui, sans doute, a une commune origine avec celle de Barbarie, si elle n'en est pas la souche. Les chevaux andalous en descendent, sans mélange. Les Anglais disent que leurs chevaux de course viennent uniquement du croisement de la race barbe avec celle arabe. L'histoire prouve que les Romains, les Saxons, les Danois, les Normands, en y introduisant les races de leurs pays, ont fondé celle de l'Angleterre; ensuite des particuliers ont, de temps en temps, fait venir des étalons arabes et barbes.

L'âne.

L'*âne*, quoiqu'il ne passe pas pour un animal très-délicat, supporte moins le froid que le cheval; en Europe, il n'est guère commun que jusqu'au 52e degré; on ne croit pas qu'il puisse se propager à 60 degrés de latitude. Les climats les plus favorables à l'âne sont ceux entre les 20e et 40e parallèles. Là, il devient grand et beau; il est vif et docile; on le tient en honneur (3).

(1) *Pallas*, Voyages, I, p. 376, in-8°.
(2) *Pennant*, Outlines of the globe, II, 239.
(3) *De Grandpré*, Voyage au Bengale, II, 229. *Niebuhr*, Descript. de l'Arabie. *Bochart*, Hierozoicon, lib. II, ch. 13.

L'âne sauvage n'existe aujourd'hui qu'en Tartarie, où il ne dépasse pas le 48e degré de latitude.

Il faut bien se résoudre à parler du *cochon*; l'histoire de cet animal immonde jette un grand jour sur celle de l'homme. Le cochon est répandu dans tout l'ancien continent, à commencer du 64e parallèle de latitude boréale. Le *sanglier* ne s'étend pas jusqu'au 60e degré. Dans le Nouveau-Monde, il n'y avait point de ces animaux; avant la découverte, par Colomb, on les y a portés, et ils y vivent depuis le 50e parallèle jusqu'à la Patagonie. On a trouvé le cochon presque sur toutes les îles du grand Océan, où il est même le principal animal domestique. N'est-il pas évident, par ce seul fait, que les îles de l'Océan Pacifique ont reçu leurs habitans du sud-est de l'Asie? On en peut également conclure que s'il y a eu une communication ancienne entre l'Amérique et les peuples de l'ancien continent, cela a dû avoir lieu, soit dans un temps où l'homme ne comptait pas encore le cochon parmi ses animaux domestiques, soit sous des latitudes plus boréales que celles où cet animal peut vivre.

Le cochon. Ses rapports avec l'histoire de l'homme.

Le *chat*, répandu actuellement sur tout le globe, ne se trouvait pas originairement en Amérique. Comme, de tout temps, cet animal a dû être compagnon des navigateurs, son absence primitive, en Amérique, est un argument très-fort contre les prétendus voyages des Carthaginois, et surtout contre l'opinion que les Japonais auraient entretenu un commerce fréquent avec le nord-ouest de l'Amérique.

Le chat.

Le chat existait au contraire sur plusieurs îles de l'Océan Pacifique, avant l'arrivée des Européens.

Les espèces d'animaux sauvages, répandues dans tous les climats des deux continens, sont en très-petit nombre; il est même douteux qu'il y en ait, à l'exception de celles qui ont été apportées dans le Nouveau-Monde par les hommes.

Le *renard* est peut-être de tous les quadrupèdes sauvages le plus répandu, et celui qui s'acclimate le plus aisément. Des troupes nombreuses de renards habitent

Le renard.

la Nouvelle-Zemble et les bords de la mer Glaciale ; mais il n'y en a pas un moindre nombre en Bengale, en Egypte, et sur la côte de Guinée. Le nouveau continent, dit *Zimmermann*, en est rempli depuis les parties septentrionales de Groenland, sous le 78e degré, jusqu'au Mexique, et de-là le long des Cordillières, jusqu'au détroit de Magellan. Mais les voyageurs ont appliqué au hasard ce nom; il n'est pas prouvé qu'il y ait de vrais renards en Amérique méridionale.

Le lièvre. Des animaux semblables au *lièvre* se trouvent également en Sibérie et sur le Sénégal, sur les bords de la baie de Baffins, et dans tout le nouveau continent. Mais Buffon a déjà douté de l'identité des lièvres américains avec ceux de l'ancien continent; il ne paraît pas du moins qu'aucun vrai lièvre se trouve en Amérique méridionale. On a dit que ceux du Groenland ne diffèrent des nôtres qu'à l'égard du poil, qui reste toujours blanc (1); mais les lièvres de ce pays arctique paraissent pourtant être de l'espèce *lepus variabilis*, qui n'est connue qu'en Sibérie (2).

L'écureuil. L'*écureuil*, selon Zimmermann, habite l'Europe entière et l'Asie, depuis les extrémités de la Sibérie jusque dans le royaume de Siam, et se rencontre dans l'Afrique et les deux Amériques. Mais il paraît que dans chaque partie du monde les espèces sont différentes.

Le lapin. Le *lapin*, ne pouvant vivre en plein air dans le climat de la Suède, n'a pas pu passer dans le nouveau continent par les terres polaires; tous les vrais lapins qu'on voit dans le nouveau continent, y ont été apportés par les colons, et ont ensuite passé de la domesticité à l'état sauvage.

Le cerf. Le *cerf* paraît être indigène dans les deux continens. Il habite l'Europe jusqu'au 64e degré, et l'Asie jusqu'au 55e, et en quelques endroits jusqu'au 60e degré. Il est donc difficile de croire qu'il ait pu passer en Amérique, comme Zimmermann le veut; le cerf du Canada ayant

(1) *Otho Fabricius*, Fauna Groenlandica systematice sistens animalia Groenlandiæ occidentalis, hactenus indagata, Copenhague, etc.

(2) *Linné*, Système, édit. 13e. *Gmélin*, I, p. 100.

des bois sans empaumures, nous croyons que l'on devrait le considérer comme une espèce à part (1). Zimmermann cherche encore à prouver par de nombreux témoignages que le cerf est répandu dans les îles de Java, de Sumatra et de Ceylan, ainsi que dans l'Abyssinie, dans la Guinée, et dans la Barbarie. Mais d'abord les cerfs des îles au sud-est de l'Asie, généralement mal décrits, paraissent appartenir à l'espèce de *cervus axis*, peut-être quelques-uns à l'*antelope oryx* (2). Quant à l'existence des cerfs en Afrique, comme elle est unanimement niée par les anciens (3) et faiblement affirmée par les modernes (4), il paraît vraisemblable qu'elle se borne à quelques troupeaux égarés d'Asie, ou peut-être sortis des parcs royaux et proconsulaires.

S'il y a des cerfs en Afrique.

Mettrons-nous l'*ours commun* au nombre des animaux répandus tout autour du globe? Zimmermann le retrouve sous toutes les latitudes, à partir du cercle polaire vers l'équateur et au-delà; mais, dans les relations qu'il cite, on ne distingue pas toujours de quelle variété il est question. L'*ours noir*, qui est le plus grand, paraît répandu dans les deux mondes. Son existence dans l'Afrique septentrionale est démontrée (5). Mais les animaux d'Amérique, auxquels on a prétendu donner ce nom, ne sont pas bien décrits. Pour l'*ours brun* des Alpes, nous n'affirmerons rien; il existe sans doute en Sibérie, mais il ne s'est pas répandu dans les îles Aleutiennes, et ne paraît pas fréquent sur les rivages de la mer Glaciale qu'habite l'ours blanc ou maritime. Quant au petit ours, que les Norvégiens nomment *myre-biorn* ou ours de marais, il semble que c'est encore une variété particulière moins répandue.

Ours commun.

Il resterait à discuter l'extension géographique de quelques petits animaux, sur lesquels il est très-facile de se

Petits quadrupèdes.

(1) Comp. *Cuvier*, Tableau élémentaire, p. 160.

(2) *Valentin*, cité dans notre volume III, article *Celebes*.

(3) *Herod.*, IV, 192. Comp. *Plin.*, *Arist.*, etc. Apud *Wesseling*, ad Herod., loc. cit. (4) *Gataker*, Miscellan., l. II, cap. 8. *Shaw*, Voyages (trad. franç.), I, 323. (5) *Salmas.*, Exercit. Plinian., 220. *Shaw*, Voyages, etc. *Larcher*, Histoire d'Hérodote, III, p. 488-490.

tromper. L'hermine ou la belette au museau noir, vit selon Zimmermann dans tous les climats; car on en trouve aux îles Moluques, en Guiane et en Afrique, aussi bien que dans la Sibérie, dans la Laponie, sur la Terre-Neuve et dans le Canada.

Les *rats* et les *souris*, nos parasites incommodes, s'embarquent aussi dans nos navires, et passent sans danger, tant l'équateur que les cercles polaires. C'est par la navigation que ces deux espèces ont dû se répandre. Cependant, sur terre, ni les rats, ni les souris ne supportent le froid de la zone glaciale; il n'y en a point en Groenland, ni dans la partie la plus septentrionale de la Laponie. En Sibérie, ils ne s'étendent pas même au-delà du 61e parallèle.

Concluons qu'il n'est pas encore démontré avec certitude, qu'aucune espèce animale, exactement identique, se soit répandue naturellement sur tout le globe. Dans des climats qui se ressemblent, les organisations ont pris des caractères qui se rapprochent sans se confondre.

Quadrupèdes répandus dans l'hémisphère boréal.

Renne.

Il y a des quadrupèdes qui, pouvant supporter un très-grand degré de froid, se sont répandus dans les deux continens, mais ils n'ont point passé les tropiques; ils n'appartiennent qu'à la zone tempérée froide du nord. Le *renne* est de tous les animaux terrestres connus, celui qui s'éloigne le moins du pôle. En Scandinavie, il ne peut guère vivre au sud du 65e parallèle; en Russie, le climat plus froid lui permet d'exister jusque sous le 63e degré; en Asie, il descend encore plus bas, et l'extrémité de sa sphère s'étend dans la Tartarie chinoise, chez les Tunguses, au-delà du 50e degré. Cette ligne oblique, tirée depuis la Laponie jusqu'à la terre de Yesso, est très-remarquable, parce qu'elle désigne à peu près la *zone glaciale physique* de l'ancien continent (1). Le renne ne trouve qu'en-dedans de cette ligne l'espèce de mousse (2) dont il se nourrit. Comme le nouveau continent est, sinon plus froid, du moins plus inculte que la Sibérie, le renne ou le *karibou* du Ca-

(1) *Géorgi*, Descript. de la Russie, III, 1610.
(2) *Lichen rangiferinus*, L.

nada, qui est le même animal, y descend jusqu'au 45e parallèle. Le soi-disant *daim* de *Groenland* n'est qu'un renne.

L'*ours blanc* ou *polaire*, animal absolument différent de l'ours ordinaire terrestre, et infiniment plus terrible, habite sur toutes les côtes de la mer Glaciale, et se laisse transporter d'un pays à l'autre sur les glaces flottantes. Cette manière de voyager a donc pu être commune, ou l'est plutôt encore à des animaux moins grands que l'ours blanc. Ainsi, les migrations des espèces animales polaires, ne prouvent pas que les deux continens aient été contigus autrefois. Un pont de glace, tel que Cook en trouva, suffit pour les expliquer. Ours blanc ou polaire.

L'*isatis* ou le *renard polaire*, animal différent du renard ordinaire, paraît aimer le froid presque plus encore que le renne et que l'ours blanc; car celui-ci se retire ou se cache lorsque la nuit polaire commence, et ce n'est qu'alors que l'isatis se montre. L'isatis n'est pas borné au voisinage immédiat du pôle; il descend jusqu'aux îles Aleutiennes, et au Kamtchatka d'un côté, tandis que de l'autre il se montre en Islande et en Laponie. Isatis ou renard polaire.

Quelques autres espèces habiles à nager ont pu passer par les îles Aleutiennes, ou par le détroit de Behring. Parmi celles-ci, on doit nommer la *loutre* du fleuve qui se trouve dans l'ancien continent, depuis le 70e degré, jusque vers le 20e, dans le royaume de Siam; mais en Europe, les pays sur la Méditerranée ne le connaissent guère; peut-être la culture l'en a chassé. Dans le Nouveau-Monde, il habite surtout entre le 50e et le 40e parallèles. La *loutre des marais* est encore bornée à une moindre sphère dans l'ancien continent; car elle ne s'étend qu'au 65e parallèle au nord, et au 50e au sud. La *loutre marine* aime les côtes de Kamtchatka et du nord-ouest de l'Amérique, environ entre le 65e et le 40e degrés de latitude nord (1). L'industrieux et paisible *castor* a peut-être jadis habité tout le globe, ou du moins toute la zone tempérée boréale, car il y en avait en Italie, en Perse, en Egypte. La civilisation im- Loutre. Castor.

(1) *Georgi*, Descript. de la Russie, III.

parfaite de cette race a été détruite par l'homme. Dans le Nouveau-Monde, on trouve encore de petites républiques de castors, depuis le 60e jusqu'au 30e parallèle boréal. Même dans les déserts du Canada, les castors se sont retirés fort loin des habitations de l'homme.

Marte. La *marte* habite les deux tiers de la zone tempérée du nord, en commençant par les 67 degrés en Europe, les 64 degrés en Asie, et les 60 degrés en Amérique. Zimmermann prétend qu'elle se trouve au Madagascar, au royaume d'Anzico et dans la Guiane; mais la seule circonstance prouvée, c'est que la marte proprement dite, ainsi que la précieuse *marte zibelline*, est répandue dans les îles Aléutiennes, où la marte sibérienne ne parvient pas (1).

Lynx ou loup-cervier. L'extension de quelques autres espèces animales est douteuse. Le *loup-cervier* ou *lynx*, ce tigre des climats froids, n'existe qu'au sud du cercle polaire; dans l'ancien continent, il se montre jusque dans les Pyrénées et dans la Mongolie. On ne connaît qu'imparfaitement les animaux du Nouveau-Monde, surtout de la Caroline et du Mexique septentrional, auxquels on a donné le nom de *lynx*. Un

Elan. animal, qui de jour en jour devient plus rare, l'*élan*, semble craindre les froids extrêmes, puisqu'en Europe il ne passe guères au-delà du 64e parallèle; de l'autre côté, on ne le trouve pas au sud du 52e parallèle. En Asie, plus on avance vers l'est, plus il devient méridional. L'élan d'Amérique, quoique peu différent, paraît être d'une race particulière; du moins, l'élan d'Asie ne dépasse point le Kamtchatka et les îles Kuriles (2). La région de l'élan, en Amérique, commence sous le parallèle avec lequel elle finit en Europe, c'est-à-dire, au sud de la baie de Hudson, et s'étend jusqu'à la Nouvelle-Angleterre, ou même dans l'intérieur jusqu'à l'Ohio.

Écureuils, marmottes, etc. L'*écureuil volant* s'étend aussi loin au sud et au nord que les forêts de sapin où il fait sa demeure. La *marmotte* suit en Europe la chaîne des Alpes et des Carpathes. Elle

(1) *Georgi*, Descript. de la Russie, III, 1533 *sqq.*
(2) *Id.*, *ibid.*, 1607.

n'existe pas en Scandinavie, mais il y en a en Pologne et en Ukraine. On la retrouve à l'embouchure du Don, et probablement au Caucase ; elle habite les monts Ural, près la rivière de Kama, et de-là cette race s'est étendue jusqu'en Daourie. Dans le Nouveau-Monde, elle se trouve depuis le Canada jusqu'en Virginie, et même sur les îles de Bahama. Le *blaireau* et quelques autres petits animaux habitent également la moitié septentrionale de la zone tempérée. Mais l'identité de ces espèces n'est ni suffisamment constatée, ni contredite d'une manière authentique.

Quadrupèdes propres à l'ancien continent.

Les quadrupèdes qui appartiennent exclusivement à l'un ou à l'autre des deux continens, sont en général d'une nature à ne pouvoir supporter le froid qui règne au-delà du 60e parallèle. Cependant le *lemming*, espèce de souris qui souvent marche par grands troupeaux, d'un pays dans l'autre, habite toute la zone glaciale de l'ancien continent, et n'a pas été reconnu en Amérique. L'animal *porte-musc* habite les montagnes de l'Asie, depuis le Cachemire et l'Altaï jusqu'aux embouchures de la rivière d'Amur ; il ne s'est pas répandu dans le Nouveau-Monde. Il y a encore quelques exceptions moins remarquables.

Parlons d'abord de ces animaux qui semblent être attachés aux confins de la zone tempérée et de celle torride.

Chameau à deux bosses.

Le *chameau* à deux bosses paraît originaire de la Bactriane, ou Grande-Bucharie (1). Il vit dans la Turquie d'Europe, dans la Crimée, et jusque chez les Kirguises et les Baschkirs sous le 55e degré de latitude, et dans un climat fort rigoureux (2). Le chameau vit même dans toute la Songarie, dans la Mongolie et dans le pays des Tartares-Mantcheoux, où l'hiver commence en septembre et ne finit qu'en mai. Il ne s'étend pas au-delà du 28e degré, en Chine et aux Indes; il ne peut pas vivre dans la presqu'île en-deçà du Gange. Mais en Arabie, il a été transporté plus près de la zone torride.

Chameau à une bosse.

Le *dromadaire* ou le chameau à une bosse, connu par

(1) *Aristot.*, Hist. anim., II, cap. 1. *Plin.* VIII, 18. *Bochart*, Hierozoicon, lib. II, cap. 4, p. 87-89.

(2) *Pallas*, Voyages en Russie, II, 302 *sqq.*, III, 20 *sqq.*

sa légèreté à la course, paraît originaire de l'Arabie (1) ou de l'Afrique ; il a été transporté jusque dans la Chine méridionale, mais il prospère surtout en Afrique où il habite l'Egypte, toute la Barbarie, les bords du Sénégal et du Gambia, toute la Nigritie, et même la Guinée et l'Abyssinie. Nous avions conjecturé qu'il se trouvait même dans le centre de l'Afrique (2) ; on vient en effet de l'observer au nord du pays des Boushouanas, sous le tropique du Capricorne.

Les chameaux de l'une et de l'autre espèce semblent être principalement attachés à cette longue suite de plateaux montagneux et de plaines nues et élevées, qui traversent tout l'ancien continent, et où ils trouvent les plantes salines, les *salsola*, les *statice*, les *artemisia*, le cerisier des stepps et le *cytisus hirsutus*, dont ils font leur nourriture ordinaire.

L'agile *chamois* aime les montagnes de la zone tempérée, les cimes des Pyrénées, des Alpes, des Apennins, des Carpathes, du Caucase, et en Sibérie jusqu'aux bords de l'Ischim. L'*antelope-saiga*, et l'antelope à goître, habitent le plateau de Tartarie ; le premier s'étend jusqu'au 53e parallèle. La *gazelle* aux yeux doux et brillans, aime les contrées plus méridionales ; compatriote du chamois, dans le Caucase, elle s'étend jusqu'en Arabie, et à travers toute l'Afrique jusqu'en Sénégambie. On la retrouve dans la zone tempérée australe, et dans la Cafrerie, avec un grand nombre d'autres espèces d'antelopes. Le genre des *antelopes* suit, comme les chameaux, les grands plateaux de l'ancien continent. Cependant, il y a des espèces qui paraissent propres à la zone tempérée froide.

Gazelles, antelopes, etc.

Le *chakal* existe, selon Zimmermann, en Turquie, en Barbarie, au Bengale, et en général, dans les pays d'Asie et d'Afrique, situés entre 43 et 8 degrés de latitude nord. Mais un animal qui vit si près de la ligne, peut sans doute la passer ; les prétendus loups du Congo et de la Cafrerie, nous paraissent être des chakals.

Chakal.

(1) *Bochart*, l. c. (2) Géographie de toutes les parties du Monde, publiée par *Mentelle* et *Malte-Brun*, I, 518.

Le *buffle*, généralement considéré comme originaire de la zone torride, est devenu domestique, et a été transporté jusqu'au 46e parallèle boréal en Europe et en Asie. On pourrait croire que le *bonasus* décrit par Aristote, et qui vivait sauvage dans les montagnes de la Paeonie et de la Médie, canton de la Thrace, était une espèce de buffle (1). Deux autres espèces voisines ont chacune leur patrie à part : le *bœuf-grognant* ou l'*yak*, habite le plateau de la Mongolie et le Thibet ; le *buffle de Cafrerie* paraît répandu dans toute l'Afrique, car pourquoi ne rapporterait-on pas à cette espèce tous les récits des anciens (2) sur des taureaux monstrueux, carnivores, redoutables aux animaux et aux hommes, qu'on prétend avoir vus dans la Haute-Ethiopie, c'est-à-dire dans le Sennaar et l'Abyssinie, et auxquels Philostorge donne le nom de *taurélephans* ? Ces rapports sont confirmés par des témoignages modernes (3). L'espèce à cornes mobiles, obscurément indiquée par les anciens, paraît avoir été reconnue de nouveau sur la côte de Mozambique. Peut-être retrouvera-t-on aussi un jour les bœufs ou buffles des Garamantes, que leurs cornes tournées vers la terre forçaient à paître à reculons.

Buffle.

Bœuf-grognant.

Buffle de Cafrerie.

Nous arrivons à des espèces propres à la zone la plus chaude de l'ancien continent.

Quadrupèdes de la zone torride de l'ancien continent.

La nombreuse espèce de *singes* gambade dans les forêts entre les tropiques, et n'aime guère les climats tempérés, du moins dans son état sauvage. Des singes exposés sur les rochers de Gibraltar, y ont multiplié, mais aussi ils ont dégénéré. Comme le mot *singe* a été pris dans une acception très-générique, on a dit que cet animal, quoique borné à la zone torride, se trouvait également dans les deux continens ; mais en distinguant les espèces, on voit qu'il n'y en a point qui soit commune aux deux

Singes.

(1) *Arist.*, Hist. anim. II, cap. 1, 9; IX, cap. 45. De part. animal. III, 2. (2) *Agatharcid.* ap. *Phot.*, Biblioth., c. 39. *Strab.*, Geog. XVI, p. 533, édit. Casaub. I. *Plin.*, VIII, 21. (Il faut distinguer les bœufs d'*Inde* à très-grandes cornes, *Plin.* VIII, 45. *Ælian*, Hist. anim. XVII, 45.) (3) *Ludolf*, Comment. ad histor. Æthiop. I, cap. 10; III, cap. 11.

Régions de divers singes.

mondes. Il y a même une limite bien tranchée entre la région qu'occupent les *guenons*, les *magots*, le *mandrill*, le *jocko* et les autres singes d'Afrique, et celle où habite le véritable *ourang-outang*, le *gibbon*, le *wouwou*, singes les plus rapprochés de la figure humaine; et qui, se trouvant dans les îles de Bornéo et de Java, pourraient bien être originaires de la Nouvelle-Hollande ou de la Nouvelle-Guinée. Même dans le genre des *makis*, il y a des limites marquées à chaque espèce; les *loris* sont des Indes orientales; les *gallagos* de la Sénégambie, et les *makis* proprement dits, appartiennent à Madagascar (1).

Girafe.

La *girafe* ou le *camélopardalis*, si remarquable par la hauteur de sa taille, par son cou de cygne, par ses mœurs douces et innocentes, semble n'appartenir qu'à une seule région de l'Afrique, savoir, à celle qui s'étend en longueur entre le cap Guardafui et celui de Bonne-Espérance, et à laquelle on doit joindre les plateaux montagneux qui, probablement, occupent tout l'intérieur méridional de l'Afrique, entre les sources du Nil et celles des rivières de Congo, de Benguela et de Monomotapa. Cette région presqu'inconnue, excepté sur les bords, semble être très-riche en espèces animales; on y connaît deux sortes

Zebra.

d'ânes, le *zebra* et le *quagga*; on y voit le sanglier dans sa plus grande force; il y a lieu de croire qu'on y trouve plusieurs de nos animaux domestiques, dans l'état sauvage, aussi bien que sur le plateau central de l'Asie. Comme cette région de l'Afrique jouit d'une température peu chaude, la girafe paraît y être circonscrite, moins par le climat que par son extrême timidité. On la voit jusqu'au 28e parallèle du sud, mais seulement sur la côte orientale.

Rhinocéros à une et à deux cornes.

Les deux variétés du *rhinocéros* ont chacune leur patrie; celle à deux cornes n'habite que l'Afrique méridionale, à commencer par le Congo et l'Abyssinie. L'autre, à une corne, se trouve aux Indes orientales et dans la Chine; dans ce dernier pays, les rhinocéros vivent jusqu'au 30e

(1) *Cuvier*, Tableau élément., p. 94 *sqq*.

parallèle du nord ; ils se sont, de l'autre côté, répandus jusque dans les îles de la Sonde. Quelques relations font pourtant croire que des rhinocéros à une corne existent au Monomotapa (1) ; mais ne seraient-ils point d'une espèce particulière ?

L'hippopotame est aujourd'hui borné à la seule Afrique ; il se nourrit dans tous les grands fleuves de cette partie du monde ; il se montre déjà en grand nombre près le Cap de Bonne-Espérance. Hippopotame.

Les éléphants d'Afrique et d'Asie sont de deux races différentes, et qui probablement ne se sont pas mêlées ; car l'éléphant asiatique n'habite que les Indes, la Chine, depuis la latitude de 30 degrés, et quelques îles au sud-est de l'Asie où il a été conduit par l'homme ; on ne trouve en Perse et en Arabie, que ceux que de temps en temps on y mène, et l'on sait que l'éléphant ne multiplie pas, lorsqu'il est en état de domesticité. L'éléphant africain ne monte qu'au 20e degré de latitude nord ; de-là, jusqu'au Cap, toute l'Afrique en est remplie. Éléphans d'Asie et d'Afrique.

Le *lion*, ce puissant et redoutable roi du peuple quadrupède, a perdu une grande partie de ses États ; car il existait du temps d'Homère, et même de celui d'Aristote, en Grèce et en Asie-Mineure (2). On sait, par l'histoire profane et sacrée, qu'il y avait des lions en Arménie, en Syrie, en Palestine et en Égypte. Dans tous ces pays, le lion ne se montre plus. Ce terrible animal a appris à craindre les armes, encore plus terribles, de l'homme ; il s'est retiré dans les contrées les moins peuplées ; il habite les déserts de l'Arabie, d'où il fait des excursions aux environs de Bagdad ; on le trouve, selon *Zimmermann*, dans les montagnes de l'Hindoustan et sur la côte de Malabar, dans les monts Gates, même dans les îles de la Sonde et dans le royaume de Siam, ce qui nous paraît extrêmement invraisemblable. L'Afrique a toujours été et Lion.

(1) *Th...*, Voyage et biographie, p. 118 (en allemand).
(2) *H...*, c. 126. *Arist.*, Hist. anim. VI, c. 31.

est encore le pays qui nourrit le plus de lions, quoique les Romains, en les recherchant pour leurs spectacles sanguinaires, en aient diminué le nombre. Les plaines élevées mais brûlantes, qui sont au-delà du mont Atlas, nourrissent les lions les plus forts et les plus courageux.

Tigre. Le *tigre*, moins répandu que le lion, monte plus près du pôle, s'il est vrai que Tournefort en vit plusieurs sur le mont Ararat. Les auteurs russes prétendent qu'on voit de temps à autre un tigre s'égarer jusqu'en Mongolie et aux bords de l'Ischym en Sibérie (1). Il existe aussi dans la Perse orientale et en Chine; mais les climats où il développe le mieux et son vaste corps et son caractère féroce, ce sont ceux de Bengale, de Decan, de Malabar, de Siam, de Pégu, de Ceylan et de Sumatra. C'est ici où le *tigre-royal*, digne favori des monarques de l'Orient, s'enivre du sang des esclaves qu'on livre à sa rage.

Panthère. Léopard. L'Afrique ne renferme point de vrais tigres : elle a en revanche les *panthères* et les *léopards*, deux espèces qui ne diffèrent sensiblement que par leurs taches, plus belles et mieux arrondies chez le léopard qui habite surtout la Guinée et la Sénégambie.

Once. L'*once*, qui diffère de la panthère par son poil gris et son naturel plus doux, est plus répandue : on la trouve dans toute la Barbarie, dans l'Arabie, et jusque dans la Tartarie et la Chine. Elle se montre aux environs de Kutznesk en Sibérie.

De cet aperçu de la distribution géographique des animaux propres à l'ancien continent, il semble résulter une vérité générale : l'*intérieur de l'Asie et celui de l'Afrique ont été, chacun de leur côté, les patries d'un certain nombre d'espèces animales*. Le tigre, l'éléphant-indien, le chameau à deux bosses, le mouton sauvage, le *koulan*, ou âne sauvage, le *dchikketai*, ou l'âne cheval, le bœuf grognant, l'élan, le porte-musc, voilà les animaux caractéristiques du plateau central de l'Asie. Ceux qui caractérisent le plateau oriental de l'Afrique, sont le lion,

Résultat sur les animaux de l'ancien continent.

(1) *Géorgi*, Description de la Russie, III, 1519.

l'éléphant d'Afrique, le dromadaire, le buffle de Cafrerie, le zebra, le quagga, les guenons, les mandrills. Nous sommes persuadés que le plateau septentrional de l'Afrique ou le mont Atlas, le plateau occidental de l'Asie ou le Taurus, et le centre de l'Europe ou les Alpes, ont également eu leurs races animales indigènes; mais ces vérités générales, nous l'avouons, offrent un moindre degré d'évidence.

Si les deux grandes masses de l'ancien continent ont produit chacune ses races d'animaux, pourquoi le Nouveau-Monde n'en aurait-il pas les siennes? Pourquoi la magnifique chaîne des Cordillières du Mexique et du Pérou aurait-elle été plus étrangère au mouvement général des forces vitales que les plateaux d'Asie et d'Afrique? Quadrupèdes du Nouveau-Monde.

Il n'y a rien de plus naturel que de penser que le continent vaste et isolé de l'Amérique a eu aussi sa création à part. Les animaux, en très-petit nombre, qui ont pu passer d'un continent à l'autre par le nord, ne pouvaient guère parvenir à traverser les climats plus chauds du milieu de l'Amérique. Ainsi, l'Amérique méridionale du moins, serait restée absolument déserte, si la nature, qui ne laisse aucune terre sans habitans, n'avait pas fourni au nouveau continent des espèces animales absolument étrangères à l'ancien monde.

Parmi les animaux qui appartiennent en propre à l'Amérique septentrionale, nous croyons qu'on peut compter le grand élan, nommé *moosedeer*, ainsi que le grand cerf de ces contrées; espèces qui, aux yeux d'un simple naturaliste, paraîtraient ne former que des variétés, mais dont la géographie-physique annonce la différence originaire, en rendant très-improbable leur prétendu passage d'Asie aux côtes nord-ouest d'Amérique. Les ours, les lynx, les onces des États-Unis, sont probablement aussi différens des animaux des mêmes noms dans l'ancien continent, que le sont les écureuils et les lièvres dont ils se nourrissent. Quadrupèdes de l'Amérique septentrionale.

Les [illegible], ou les taureaux à bosse, sont les plus grands

Bisons. quadrupèdes du Nouveau-Monde. Ils errent en grands troupeaux depuis la baie de Hudson, dans tout le Canada, dans le territoire occidental des États-Unis, dans la Louisiane, au Nouveau-Mexique, et jusque sur les bords de la mer Vermeille, autrement golfe de Californie; ainsi, ils vivent depuis le 52e au 33e parallèle de latitude nord. Ils diffèrent des *zebus* de l'Inde, et de l'*urus* de l'Europe. Mais la laine épaisse qui revêt leur dos et leur cou, ainsi que la barbe qui couvre leur menton, rappellent, il faut en convenir, les *bisons* décrits par les anciens, comme un animal de la Scythie (1).

Bœuf musqué. On parle d'un *bœuf musqué*, qui doit habiter les extrémités de l'Amérique, entre le Welcome, la baie de Baffins et la rivière du Cuivre; selon d'autres, il s'étendrait jusque vers l'Océan Pacifique (2). On prétend que c'est une espèce de buffle; mais les relations sont encore un peu vagues à cet égard. Le cerf mexicain s'est répandu dans les deux Amériques, de sorte qu'on ne saurait indiquer sa patrie; mais l'animal, semblable à un grand mouton, qu'on a observé au nord de la Californie, paraît être différent des espèces analogues que possède le Pérou.

Quadrupèdes de l'Amérique méridionale. Nous arrivons aux animaux indigènes de l'Amérique méridionale. L'*yaguar*, le tigre du Nouveau-Monde, ressemble plutôt à l'once pour la force, et à la panthère par le poil. Zimmermann prouve, d'après plusieurs voyageurs modernes, qu'il y a, parmi l'espèce des yaguars, des individus qui égalent le tigre en grandeur. Le *puma* ou le *couguar*, qui a été appelé lion d'Amérique, ressemblerait plutôt au loup pour le corps, et au léopard de Guinée pour la tête. Ce sont deux espèces absolument étrangères à l'ancien monde. Les yaguars qu'on a cru voir au Mexique, étaient probablement des onces ou des lynx. Il est également douteux que cet animal se soit répandu jusque dans le froid pays des Patagons. Le *couguar* ne s'étend que jusqu'au 45e degré de latitude australe.

(1) « Villosi *terga* bisontes ». *Sen.* Hippol., v. 64. (2) Gallatin, *Nizo*, cité par *Zimmermann*, Almanach de Voyages, 1803.

Le *lama* ou *guanaco*, qu'on a nommé très-improprement le chameau du Nouveau-Monde, et le *paco*, qui, dans l'état de domesticité, s'appelle *vicunua* ou vigogne, habitent le Chili ou le Pérou, jusqu'au 10e parallèle de latitude méridionale ; ils ne se répandent point dans les plaines de Tucuman, ni dans celles du Paraguay (1). Lama. Vigogne.

Le *tapir*, le plus grand quadrupède de l'Amérique méridionale, quoiqu'il n'ait que la hauteur d'une vache ; l'armadille, le tajassou, le paresseux aï, le *fourmillier* proprement dit, le *tamanoir*, les divers *agoutis* et *coatis*, espèces qui toutes reconnaissent l'Amérique méridionale pour leur patrie, ne s'étendent en général que jusqu'au tropique. Le tajassou cependant, selon quelques rapports, se trouve dans le Chili. Les petits *singes à queue*, les *sapajous*, les *sagouins*, les *tamarins*, et autres espèces semblables, sont très-nombreuses, très-variées et très-jolies dans toute la zone torride de l'Amérique ; elles diffèrent essentiellement des singes d'Afrique et d'Asie. Tapir. Fourmillier, agoutis, etc. Sapajous, sagouins, etc

Aux confins de la zone tempérée, se montrent des cerfs de plusieurs espèces, le castor de Chili, divers *caviais*, semblables aux lièvres, et, selon Molina, le cheval à pied bifourchu. Les espèces qui appartiennent exclusivement au nouveau continent, sont comme on voit très-nombreuses, mais d'une taille infiniment plus petite que les espèces analogues qui vivent sous les mêmes latitudes dans l'ancien monde. La géographie-physique nous apprend les causes de cette particularité. Ne connaissons-nous pas la configuration particulière du continent américain ? Des montagnes froides et en partie arides cèdent immédiatement la place à des forêts marécageuses, à des plaines habituellement inondées. La zone torride, en Amérique, offre peu d'étendue en terrain ; la zone tempérée, au nord, est envahie par de froids marais ; celle du sud ne renferme qu'une pointe du continent. Ainsi, partout dans ce continent, les grandes espèces animales Sur la petite taille des animaux d'Amérique

(1) *Hoins*, Voyage de Buenos-Ayres à Lima. *Azara*, quadrupèdes du Paraguay.

ou sont étrangères au climat, ou n'y trouvent pas un espace libre pour se développer. Mais les animaux convenables au climat de l'Amérique, et que l'on y apporte, n'y perdent point leur taille, leur beauté, leur force. Le cheval et le bœuf n'ont point dégénéré dans les vastes pâturages du Paraguay. Si la race humaine a paru s'abâtardir en Amérique, attribuons ce phénomène au désordre politique des colonies mal organisées, et aux vices d'une population ramassée sans choix.

Si les reptiles et les insectes abondent en Amérique, s'ils y parviennent à une taille plus grande qu'ailleurs, ce n'est que relativement aux parties connues de l'Afrique. Ces parties, peuplées d'un temps immémorial, ont vu leurs animaux primitifs fuir devant l'homme; mais qui sait si l'intérieur de cette terre inconnue n'offre pas de vastes marais, aussi peuplés de reptiles et d'insectes que le sont les côtes de la Guyane? D'ailleurs, le Delta du Gange ne fourmille-t-il pas de serpens énormes?

Caractère de la zoologie de l'Amérique méridionale.

Le caractère distinctif de la zoologie américaine-méridionale, consiste donc principalement dans la différence des espèces, différence qui prouve combien cette grande péninsule est restée étrangère au reste du monde. Elle n'a même reçu aucune espèce animale de l'Amérique septentrionale, tandis que celle-ci a vu le nombre de ses animaux s'augmenter de quelques-uns de ceux de l'Amérique méridionale.

Il reste à considérer un foyer de population animale encore peu connu, mais certainement bien distinct de ceux que nous avons examinés. Les îles au sud-est de l'Asie ainsi que la grande île nommée Nouvelle-Hollande, se trouvent dans une position très-semblable à celle de l'Amérique méridionale. Elles doivent être les berceaux des races animales très-différentes de celles de deux continens; mais ces races se sont peu répandues dans le reste du vaste Archipel qui occupe le milieu du grand Océan. On n'y a trouvé ni les *ornithorinques* ni les *wombat*, ni les *opossoums*, ni les *kangourous*, animaux particuliers

Quadrupèdes des terres Océaniques.

liers à la Nouvelle-Hollande. Remarquons cependant que ces espèces se rapprochent des didelphes, communes dans les îles voisines de l'Asie; que les *opossoums* existent aux Moluques, et qu'à Java il y a des *kangourou-philanares*. De même, si le phalanger volant habite la Nouvelle-Hollande, le phalanger blanc demeure à l'île d'Amboine. Labillardière trouva le lézard d'Amboine aux îles des Amis. Ajoutons que le *casoar* appartient en commun aux îles Moluques, à Java et à la Nouvelle-Hollande; et, sans attendre qu'on ait découvert ou non dans cette grande île le *babiroussa* ou cerf-cochon, le *cervus axis*, l'*ourang-outang* et d'autres mammifères de Bornéo, des Philippines et des Moluques, nous pouvons considérer la cinquième partie du monde, ou les terres Océaniques, au sud-est de la mer de la Chine, comme la patrie d'une masse d'espèces animales dont les découvertes ultérieures augmenteront le nombre et éclairciront l'analogie.

Kangouron, wombat, etc.

Cerf-cochon, ourang-outang, etc.

Telles sont les notions générales que nous avons pu donner sur la distribution géographique des animaux. Quelque imparfaites qu'elles soient, elles aideront nos lecteurs à classer les nombreux détails que renfermeront nos descriptions particulières des régions et des contrées.

LIVRE QUARANTE-TROISIÈME.

Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme la demeure des êtres organiques.

TROISIÈME SECTION : *De l'Homme physique.*

LA terre dominait au-dessus des mers ; les nuages envoyaient leur douce rosée ; les ruisseaux serpentaient dans la plaine ; les forêts revêtaient les flancs de la montagne ; les fleurs émaillaient la colline ; dans les airs et au fond de l'Océan, et sur toute la surface du globe, les animaux divers se livraient aux mouvemens de leur intelligence imparfaite. Mais aucun être ne concevait la majestueuse harmonie de ce vaste univers qui venait de naître ; aucune pensée, libre et immortelle, ne planait au-dessus de toute cette poussière animée ; aucun œil ne s'élevait, humide de larmes pieuses, vers la source éternelle de la vie. Le créateur du monde voulut qu'il existât des êtres capables de comprendre son divin ouvrage, et l'*homme* naquit.

Dignité de l'homme.

L'organisation physique de l'homme, en lui rendant communes ces lois de génération, d'accroissement et de destruction, auxquelles toute la nature vivante est soumise, porte cependant, dans toutes ses parties et dans son ensemble, un caractère si particulier, si extraordinaire, si sublime, qu'il est impossible de supposer aucune parenté, proche ou éloignée, entre les brutes qui ne font que vivre sur la terre, et celui qui est né pour y commander. Cette allure droite et élevée, qui annonce le courage et la dignité ; ces mains, fidèles exécutrices de notre volonté, ouvrières adroites des travaux les plus surprenans ou les plus utiles ; ces yeux, détournés de la vile poussière, et dont le regard pensif embrasse l'immensité des cieux ; ces organes qui nous permettent d'exprimer la pensée, par des sons articulés, variés et nuances

à l'infini ; ce mélange admirable de force et de souplesse dans tous nos membres ; en un mot, l'harmonie et la perfectibilité de tous nos sens, nous assignent le premier rang parmi tous les êtres vivans, et nous assurent l'empire de la terre.

L'anatomie et la physiologie ont mis ces vérités hors d'atteinte (1). Les naturalistes qui ont prétendu confondre l'espèce humaine avec celle des singes, malgré la différence essentielle des pieds, du bassin et des organes de la voix, paraissent n'admettre aucun principe constant pour la classification des espèces.

Effets de notre organisation.

Même les désavantages apparens de notre organisation, hâtent le perfectionnement de notre existence. Doués de la force du lion, cuirassés comme l'éléphant, couverts d'une peau impénétrable au froid et à l'humidité, nous serions peut-être restés engourdis dans une stupide indolence sans arts et sans industrie. La délicate faiblesse du corps humain, au moment de sa naissance, la lenteur de son accroissement, la multiplicité de ses besoins, toutes ces infirmités, tous ces maux que la nature nous a donnés pour escorte, sont autant d'aiguillons qui ont excité notre sens intérieur, autant de liens qui ont uni l'homme à l'homme, et fait naître les premières sociétés. De la faiblesse prolongée de notre enfance, résulte la société intime des parens et des enfans ; de cette association naît la perpétuité de l'union conjugale. La réunion des hommes en familles est suivie de la formation des tribus et des nations. C'est en se réunissant à ses semblables, sous une commune loi, que l'homme s'est pour ainsi dire créé homme ; c'est en appréciant sa faiblesse et en inventant des instrumens, qu'il s'est emparé des forces infinies de la nature entière ; il a senti son indigence, voilà sa vraie richesse.

Unité de l'espèce humaine.

Cet animal, si distingué de tous les autres, forme dans la série des êtres, un *ordre* isolé, qui ne contient qu'un

(1) Voyez Cuvier, Leçons d'anatomie comparée, etc.

seul genre et une seule *espèce*; car on entend par espèce un ensemble d'êtres organiques qui se reproduisent entre eux, et qui ne diffèrent que par des qualités variables et étrangères aux caractères qui constituent l'espèce. Or, toutes les races humaines que nous connaissons, produisent par leurs mélanges des individus fécondés ou capables de produire à leur tour. D'un autre côté, les différences qu'on observe entre ces races, se bornent à des qualités que nous voyons encore tous les jours varier par l'influence du climat, de la nourriture et des maladies (1).

La première de ces assertions n'a pas besoin d'être développée; on connaît assez les nombreuses classes de *Métis* et de *Mulâtres* qui ont produit les unions des diverses races humaines. Quant au second point, il est bon d'observer que les différences par lesquelles se distinguent les variétés des espèces, sont relatives ou à la *stature*, ou à la *physionomie*, ou à la *couleur*, ou à la nature des *cheveux*, ou enfin à la *forme du crâne*.

Différences des variétés de l'espèce.

Personne n'ignore qu'une vie simple, une nourriture abondante, un air salubre, donnent à tous les êtres organiques des formes plus belles et plus grandes. L'exemple des Lapons et des Hongrois, dont la langue indique l'origine commune, et qui diffèrent extrêmement par la taille et la physionomie, prouve assez que la beauté de la même race varie selon le climat et selon les qualités du pays. Les Germains de Tacite, ces Patagons de l'Europe ne se trouvent plus dans l'Allemagne civilisée, tandis que le Hollandais dans l'intérieur de la colonie du Cap, est devenu un géant (2). Combien de contrastes ne rencontre-t-on pas dans une seule nation et à de petites distances! Les paysannes de la Westrogothie sont des Vénus, et celles de la Dalécarlie sont généralement laides, quoique l'une et l'autre provinces soient au centre de la vraie patrie des Goths (3). Les passions

Causes des différences de stature.

(1) *Blumenbach*, de Varietate nativâ generis humani, traduit en français par M. *Chardel*.

(2) *Barrow*, Voyage au Cap. *Sparmann*, *Thunberg*, etc.

(3) *Arendt*, Voyage en Suède, 1, 234, etc.

violentes, le joug de l'hypocrisie, les occupations tristes ou agréables, les habitudes de l'activité ou de l'inertie impriment un caractère permanent aux physionomies des nations entières.

Physionomie artificielle.

Plusieurs différences de physionomie sont l'ouvrage de l'art, du moins en partie. D'après les rapports nombreux de témoins oculaires, il est certain que les nègres (1), les habitans du Brésil et les Caraïbes (2), les peuples de Sumatra et ceux des îles de la Société (3), déprimen et aplatissent soigneusement le nez des nouveau-nés, usage qui, sans doute, ne peut pas faire naître cette configuration héréditaire, mais qui contribue à rendre les exceptions infiniment rares.

Causes des variétés des couleurs.

Les variétés de couleurs semblent également dépendre des circonstances extérieures. La même nation renferme souvent des individus de teintes extrêmement différentes. Les dames maures, enfermées dans leurs maisons, ont le teint d'une blancheur éblouissante, tandis que les femmes du peuple deviennent, même dans la jeunesse, d'une couleur qui approche de celle de la suie (4). Les Abyssins montagnards sont aussi blancs que les Espagnols ou les Napolitains, tandis que ceux des plaines ont le teint presque noir (5). Parmi les Créoles ou les Européens, nés aux Indes, les femmes se distinguent de leurs sœurs, nées en Europe, par le feu de leur regard et la couleur d'ébène de leur chevelure (6). La cause de la couleur réside dans le tissu muqueux et réticulaire, qui est immédiatement sous l'épiderme; si par l'influence d'une extrême chaleur, ou par quelque autre cause locale, le carbone surabonde dans l'économie animale, il est rejeté au-dehors avec l'hydrogène, par l'action des vaisseaux sanguins du derme; mais

(1) Report of the commitee, for the consideration of slave trade 1789, fol. p. 1. fol. c. 1. (2) *Lery*, Voyage au Brésil, p. m. 98, 365. *Delaborde*, Relation des Caraïbes, Paris, 1674, p. 129. (3) *Marsden*, History of Sumatra, p. 38. *Forster*, Bemerkungen, etc., p. 433 et 516. (4) *Peiretz*, Voyage en Barbarie, I, 31. (5) *Bruns*, Afrika, II, 119. (6) *Hawkesworth*, Collection of voyages, III, p. 374.

le contact avec l'air atmosphérique l'ayant précipité, il vient se fixer dans le réseau muqueux. Cette application, fournie par la chimie moderne, nous fait concevoir pourquoi la peau des hommes blancs noircit dans certaines maladies, tandis que les nègres dans le même cas blanchissent ou plutôt jaunissent. L'un et l'autre phénomènes indiquent un dérangement dans les sécrétions. Mais nous ne dissimulerons point le seul inconvénient de cette explication : Si les nègres descendent d'une race originairement blanche, il a fallu des millions d'années pour que l'action répétée du climat leur rendît la couleur noire héréditaire. Or, les monumens géologiques semblent démontrer le peu d'antiquité du genre humain. « Ainsi, nous diront » certains philosophes, ou accordez-nous pour l'action » des causes qui ont formé les races humaines, une » immense série de siècles, ou avouez que ces races, » si elles n'existent que depuis 5 à 6000 ans, ont dû » naître de couples différens, et qui déjà offraient tous » les caractères de leurs descendans. » C'est par une suite d'observations sur les nègres transportés de la Nouvelle-Écosse et ailleurs, que nos arrière-neveux pourront être mis à même de résoudre cette difficulté.

Difficulté au sujet de la couleur.

Les nombreuses variétés des cheveux dépendent également des sécrétions des substances élémentaires dont le corps se compose ; mais ici se présente une contradiction dans les faits. Parmi les nations civilisées de l'Europe, la couleur des cheveux devient constamment plus claire, à mesure qu'on avance vers le nord ; parmi les nations sauvages ou barbares de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique, on retrouve une même couleur de cheveux dans des climats absolument différens. Ainsi, tandis que l'Italien aux cheveux noirs et le blond Scandinave, bien qu'appartenans à la même variété de l'espèce humaine, offrent des effets sensibles de l'action du climat, les Lapons et les Samojèdes ont les cheveux aussi noirs et aussi rudes que le Mongol, le Tibetain et le Chinois, à la race desquels d'autres raisons les font joindre. Tous les peuples nègres

Variétés des cheveux.

ont les cheveux laineux, même les Jalofs qui les ont un peu plus longs et moins frisés (1). Il ne paraît pas non plus que les cheveux américains offrent des nuances comparables à celles qu'on voit chez les nations européennes. On pourrait tenter d'expliquer ce fait, en supposant que les nations de la race européenne, séparées de bonne heure, ont occupé des pays extrêmement diversifiés sous le rapport du climat, et qu'elles se sont livrées à des genres de vie très-différens, selon le génie de chacune d'elles, tandis que les peuples de la race mongole ou nègre, ont dû se multiplier d'abord dans une région physique d'où ils se sont répandus, tout formés, dans les pays qu'ils habitent. Au surplus, cette explication ne pouvant s'appliquer aux Américains, ne résout pas entièrement la difficulté; la nature des cheveux reste toujours un des argumens les plus spécieux en faveur du système qui admet plusieurs *espèces* d'hommes.

Leur cause chez l'Européen.

Observons pourtant que dans la race européenne, la couleur des cheveux semble changer avec la civilisation, ou si l'on aime mieux, avec la dépravation des nations. La race blonde qui, du temps d'Homère, fournissait à la Grèce des rois et des héros, dominait encore au siècle de Tacite, en Gaule-Belgique et en Germanie; aujourd'hui, elle semble s'éteindre dans les villes du nord; est-ce que les alimens épicés, les boissons riches en alcohol, le luxe et les voluptés changent peu à peu la constitution physique de la partie la plus amollie des nations septentrionales?

Influence de la civilisation.

Les variétés de *la forme du crâne* semblent être de plus d'importance que toutes celles que nous avons examinées; cependant, depuis que les savantes recherches de M. Gall (2) ont démontré que la configuration extérieure du crâne dépend de la forme du cerveau, on ne saurait considérer ces diversités dans une substance molle et suscep-

Variétés de la forme du crâne.

(1) *Bruns*, Afrika, V, 69. (2) *Gall* et *Spurzheim*, Anatomie du cerveau, etc., avec fig. Chez *Schoell*.

tible de prendre toutes les formes, comme un caractère propre à indiquer une diversité d'espèce. La forme du crâne nous paraît dépendre, autant que la physionomie, du caractère moral des individus. Quoiqu'il ne soit pas possible d'assigner à chaque passion, à chaque talent un organe particulier dans le cerveau, il semble constant que les hommes doués de beaucoup de talens et de passions fortes, ont la tête plus garnie d'éminences ou de bosses que la multitude. Un autre fait, c'est que la nation où les individus se ressemblent le plus par le caractère, offre une forme nationale constante du crâne; quand on a vu une tête de Hindous, on les a vues toutes (1); au contraire, en Europe où les caractères varient extrêmement, on trouve des crânes de toutes les formes, même les plus éloignées de ce qui nous en semble le type régulier.

Cause générale.

Outre cette cause générale, à laquelle il faut joindre l'influence du climat et de la nourriture, la forme du crâne dépend souvent d'une cause artificielle. Une pression exercée continuellement pendant une longue suite d'années, donne bien plus souvent aux os planes du crâne une configuration particulière qui devient même nationale. Cet effet peut dépendre de la manière dont plusieurs nations placent leurs enfans dans le berceau, ou bien d'une compression manuelle, exercée avec soin pendant long-temps. *Vesale* rapporte que de son temps les Allemands avaient presque tous la tête aplatie postérieurement, et élargie sur les côtés, parce qu'on les couchait constamment sur le dos, pendant qu'ils étaient au berceau (2). Les Belges, accoutumés au contraire à mettre les enfans dormir sur le côté, se faisaient remarquer par la longueur de la tête. Les Américains sauvages, depuis la Caroline méridionale, jusqu'au nouveau Mexique, ont tous le crâne déprimé, parce qu'ils donnent dans le berceau, à leurs enfans, une position déclive, de manière que le vertex

Causes artificielles.

(1) Comp. le bel ouvrage : *Description des Hindous*, par M. Solvyn.
(2) *Vesale*, cité par *Blumenbach*, § 63.

qui repose sur un sac rempli de sable, supporte tout le poids du corps (1).

Un usage qui a existé chez les nations les plus antiques comme chez les modernes, dans nos climats et dans les pays les plus éloignés, c'est de ramener la tête des nouveau-nés à une forme nationale, au moyen de liens, d'instrumens différens, ou de la simple pression des mains. Cette habitude eut lieu jadis, ou se retrouve encore aujourd'hui chez les habitans de plusieurs parties de la Germanie (2), chez les Belges (3), les Français (4), chez quelques peuples d'Italie, chez les Insulaires de l'Archipel Grec (5), les Turcs, les anciens Sigynes et les Macrocéphales du Pont-Euxin (6); elle est en vigueur chez les habitans de Sumatra, de Nicobard (7), et surtout chez différentes nations de l'Amérique, telles que les peuples du détroit de Nootka (8); les Chactas, nations indigènes de la Géorgie; les Waxsaws de la Caroline, les Caraïbes, les Péruviens (9), les Omagnas (10), et chez les nègres des Antilles (11). Cet usage fut défendu dans l'Amérique espagnole, par le décret d'un concile (12). On possède les descriptions les plus exactes des moyens que ces sauvages employaient pour donner à la tête de leurs enfans, par une pression uniforme, la configuration qu'ils désiraient (13). Ce fait étant démontré par tant de témoignages authentiques, il reste, à la vérité, encore à prouver si

Peuples qui se déforment le crâne.

(1) *Adair*, History of the North American Indians, page 9.
(2) J. Chr. Gottl. *Ackermann*, dans Neue Magasin für Aerzte de *Baldinger*, t. , p. 5-6. (3) *Spigel*, de Hum. Corp. Fabrica, p. 17.
(4) *Andry* Orthopedie, t. II, p. 3. (5) *Philites*, Médecin épirote, cité par *Blumenbach*. *Strabon*, L. XI, p. 358. *Hipp.*, de aërib. aq. et loc. (6) *Marsden*, History of Sumatra, p. 38. (7) *Nic. Fontana* dans *Asiatick Researches*, t. III, p. 151. (8) *Meares's*, Voyages, p. 349. (9) *Oviedo*, Histoire gener. de las Indias. *Torquemada*, Monarchia Indiana, t. III. *Ulloa*, Relacion del viage, t. II, p. 533.
(10) *La Condamine*, Mém. de l'Acad. des Sciences, 1745, p. 427.
(11) *Thibault de Chanvalon*, Voyage à la Martinique, p. 39.
(12) *Jos. Sanz. de Aguire*, Collectio maxima conciliorum omnium Hispaniæ & novi orbis, t. VI, p. 204.
(13) Journal de Physique, d'août 1791, p. 32.

les formes du crâne obtenues par ces moyens, finissent, après une longue suite de générations, par être héréditaires et devenir une conformation naturelle. Hippocrate, dans son Traité des airs, des eaux et des lieux, parle en particulier des *Macrocéphales*, nation voisine du Pont-Euxin. Selon lui, aucun autre peuple n'a la tête faite comme eux; cette conformation particulière dans le principe, dépendait de leurs usages. Les Macrocéphales regardaient la longueur de la tête, comme un indice de courage; d'après cette opinion, ils pétrissaient la tête des enfans nouveau-nés, et tâchaient par différens moyens, de l'alonger aux dépens de sa largeur. Cette forme finit par devenir naturelle, et il fut inutile de rien faire pour la produire.

Si ces formes deviennent héréditaires?

Il y a encore d'autres diversités dans les formes du corps humain qui paraissent propres à des nations, et peut-être à des variétés entières de l'espèce humaine. On prétend que plusieurs tribus sauvages ont les oreilles mobiles, mais c'est probablement par une mauvaise plaisanterie que plusieurs auteurs ont assuré que les anciens Bataves avaient les oreilles d'une difformité particulière, et que chez les Biscayens, cette partie est d'une longueur remarquable. Les mamelles pendantes des négresses sont dues à l'usage d'allaiter les enfans suspendus derrière le dos. L'ampleur de cette partie semble appartenir au climat chaud et humide. Les nègres ont, à ce qu'on assure, les signes de la virilité très-prononcés. Les femmes mongoles peuvent encore, après plusieurs accouchemens, se faire passer pour vierges (1). Nous parlerons autre part de la difformité des femmes Boschismanes, dans l'Afrique australe. Chez les peuples de la mer du Sud ou du Grand-Océan oriental, les chefs et les grands doivent à leur paresse et à leur manière de s'asseoir, des jambes singulièrement enflées. Peut-être aussi l'*éléphantiasis*, maladie commune en Afrique, en Arabie et dans l'Indostan (2), étend-elle son empire sur

Variétés de diverses parties du corps.

(1) *Géorgi*, Description des nations de la Russie, II, 20[illegible] (2) [illegible]*lard*, Histoire d'une maladie particulière au système lymphatique.

les Terres Océaniques. Les jambes torses ou cambrées des nègres, avaient déjà frappé les anciens (1), et paraissent également communes aux nations mongoles (2). On attribue cette difformité, soit à l'équitation prématurée, soit à la position des enfans qui, fixés pendant l'allaitement sur le dos de leurs mères, s'y appuyent fortement avec les genoux.

Il y a des variétés plus essentielles dans la proportion des membres inférieurs, et qui tiennent à la race. Les sauvages de la Nouvelle-Hollande ont les jambes extrêmement longues et minces (3). Il n'est pas vrai que cette particularité se retrouve chez les Hindous, comme l'assure un observateur peu digne de confiance (4). Mais il paraît certain que les Mongols et les Américains ont les jambes et les cuisses trop courtes, en proportion du reste. Plusieurs nations ont naturellement les mains et les pieds petits. On a observé sur les armes des Hindous, qu'on apporte fréquemment en Angleterre, que la poignée des sabres est trop petite pour la plupart des mains européennes (5). On cite encore les Chinois, les Kamchadals, les Esquimaux, les Péruviens, les Hottentots et les habitans de la Nouvelle-Hollande (6).

Variétés dans la proportion des pieds et des bras.

Les diverses nations diffèrent encore beaucoup par le degré de force dont elles sont douées. Les belles expériences de MM. Péron et Régnier ont prouvé que les nations sauvages, ou à demi-civilisées, le cèdent aux Européens pour tous les genres de force active; mais nous pensons qu'elles possèdent dans un degré plus éminent, cette force passive qui résiste à l'intempérie des saisons.

Divers degrés de force.

(1) *Arist.*, Problèm., V, 14, etc., etc. (2) *Pallas*, sur les Nations mongoles, t. I, p. 98. (3) *Péron*, Voyages aux terres australes, *Atlas* pl. XX. (4) *La Boullaye le Gouz*. Voyages et Observ., p. 153. Comp. *Solyns*, l. c. (5) *Hodge*, Travels in India, p. 3. (6) *De la Barbinais*, Voy. autour du monde, t. II, p. 62. *Dampier*, Suite du voyage autour du monde, p. 100. *Wales*, Philosoph. transact., t. LX, p. 109, et *Curtis*, ibid., t. LXIV, p. 383. *Watkin Tench*, Account of the Settlement of Port Jackson, p. 179.

En résumant toutes les observations faites par les voyageurs, le célèbre *Blumenbach* réduit toutes les variétés de l'espèce humaine à *cinq types principaux*, auxquels, après un mûr examen, nous croyons ne devoir apporter que de légères modifications.

Cinq variétés principales.

La première variété occupe les parties centrales de l'ancien continent; savoir, l'Asie occidentale, l'Afrique orientale et septentrionale, l'Indostan et l'Europe. Ses caractères sont la couleur de la peau plus ou moins blanche ou brune, les joues teintes d'incarnat, les cheveux longs, bruns ou blonds, la tête presque sphérique, la face ovale, étroite, les traits médiocrement prononcés, le front uni, le nez légèrement arqué, la bouche petite; les dents incisives des deux mâchoires placées perpendiculairement; les lèvres, et surtout l'inférieure, mollement étendues, le menton plein et rond : la régularité des traits de ce visage, qui est celui des peuples d'Europe, le fait en général regarder comme le plus beau et le plus agréable. Les traits de l'Hindou, ceux de l'Abyssinien et du Bréber, habitant du mont Atlas, ne diffèrent pas essentiellement de ceux des Européens; il n'y a que la peau qui est rembrunie par l'effet du climat, et qui d'ailleurs chez l'Hindou et l'Abyssinien même, prend une teinte très-claire dans les provinces montagneuses. M. Blumenbach désigne cette race sous le nom de *Caucasienne*; mais ce nom blesse les droits de l'histoire civile, qui n'a aucune raison pour croire les peuples du Caucase plus anciens que ceux du mont Atlas ou des Alpes. Ni la physiologie, ni la géographie-physique ne fournissent la moindre preuve d'une origine commune de cette variété de l'espèce humaine; elle a pu se former partout où existent les causes physiques dont elle dépend.

Variété centrale de l'ancien continent.

La deuxième variété est celle qu'on avait d'abord si mal désignée sous le nom de *tartare*, quoique les Tartares proprement dits, n'y appartiennent point; nous l'appellerons *variété* ou *race orientale de l'ancien continent*. En voici le caractère. Couleur jaune; cheveux noirs, roides, droits et peu fournis; la tête presque quadrangulaire;

Variété orientale de l'ancien continent.

face large, à la fois plane et déprimée; les traits peu marqués et comme fondus ensemble; l'espace entre les sourcils, large et uni; le nez petit et camus; les joues globuleuses et saillantes en-dehors; l'ouverture des paupières étroite et linéaire; le menton pointu.

Cette variété se compose de tous les Asiatiques à l'orient du Gange et du mont Belour, excepté les Malais de l'extrémité de la Péninsule au-delà du Gange. En Europe, on la retrouve, selon Blumenbach, chez les Lapons, chez les Finois, et en Amérique, chez les Esquimaux répandus depuis le détroit de Behring jusqu'au Groenland. Mais nous nous sommes convaincus qu'il faut rapporter les Finois, descendans des anciens Scythes d'Europe, à la première variété, dont ils forment une très-ancienne subdivision, ayant connu les Celtes et les Basques, leur physionomie et leur idiome à part, ainsi qu'il sera démontré dans notre description de l'Europe.

La race orientale de l'ancien continent, circonscrite dans les bornes que nous venons de tracer, offre une remarquable identité de teinte, de physionomie, de forme du crâne, et même, ainsi que nous le verrons dans la suite, de langues.

La variété américaine se rapproche à plusieurs égards de celle que nous venons de considérer. En voici les principaux caractères: couleur cuivrée; cheveux noirs, droits, roides et rares; front court; les yeux enfoncés, le nez presque camus et cependant saillant; en général, les pommettes éminentes; la face large sans être plane ni déprimée; les traits, vus de profil, paraissant très-prononcés et comme profondément sculptés. La forme du front et du vertex est souvent ici un produit de l'art. Variété américaine.

Cette variété occupe toute l'Amérique, excepté les extrémités septentrionales, habitées par les Esquimaux. Elle paraît renfermer plusieurs branches qui diffèrent considérablement soit par le teint qui, blanc chez les Kristinaux, arrive presqu'au noir chez les Brésiliens, soit par

les traits et par la forme du crâne, tantôt aplati et tantôt alongé. Tous ces peuples ont de la barbe (1), mais elle est foible; il y en a qui, à l'instar de quelques nations mongoles et malaies, se l'arrachent. Le préjugé qui représente les Américains comme imberbes, a été propagé par le philosophe *Paw;* un écrivain encore plus accrédité, l'historien *Robertson* a prétendu que tous les Américains ont les mêmes traits de visage : tant les vérités de la géographie-physique ont été méconnues ou dédaignées par ceux qui ont écrit l'histoire de l'homme.

Variété des terres Océaniques.

Nous allons revenir vers l'est pour considérer la quatrième variété de l'espèce humaine; c'est celle des terres Océaniques désignées par Blumenbach, sous le nom trop arbitraire de *race malaie.* En voici le caractère encore très-incertain : couleur basanée; cheveux noirs, mous, épais, abondans et frisés; la tête légèrement rétrécie; le front un peu bombé; le nez gros, large, épaté; la bouche grande; la mâchoire supérieure un peu avancée; les traits vus de profil, paraissent marqués et distincts.

Cette variété comprend les insulaires de la mer Pacifique, les habitans des îles Marianes, Philippines, Moluques, de la Sonde, et les indigènes de la péninsule de Malaca, la plupart des habitans de la Nouvelle-Hollande, et ceux de la Nouvelle-Zélande, peut-être même quelques-unes des nations de Madagascar. Mais qu'il est difficile de rien statuer sur des peuples aussi imparfaitement connus, et qui paraissent renfermer des tribus d'origine diverse! L'immortel Quiros, qui le premier découvrit les îles de la Société, distingua soigneusement la disparité qui existe entre leurs habitans; il dit que les uns ressemblent aux blancs, les autres aux mulâtres, et enfin aux nègres (2). Des voyageurs plus modernes ont également comparé la caste dominante dans l'île d'Otaïti aux Européens du Midi, et le peuple aux mulâtres (3). L'extension très-

(1) *Blumenbach*, Magasin de Gottingue, etc., etc.

(2) *Quiros*, dans *Dalrymple*, Collect. of Voy. to the South Pacific Ocean, t. I, page 161.

(3) *Bougainville*, Voyage autour du monde, p. 211.

grande de la langue malaie, qui a d'abord fait supposer l'identité de ces nations, pourrait ne provenir que d'anciennes migrations et conquêtes. Cependant, les sauvages de la Nouvelle-Galle du sud qui parlent un idiome différent du malai, offrent pourtant les principaux caractères physiques de la variété, telle que nous l'avons dépeinte.

Variété nègre.

La cinquième grande division du genre humain, ou *la variété nègre*, ne présente rien de douteux. Ses caractères sont : la couleur noire ; les cheveux noirs et crépus ; la tête étroite, comprimée sur les côtés ; le front très-convexe, voûté ; les os de la pommette saillans en avant ; les yeux à fleur de tête ; le nez gros, et se confondant presqu'avec la mâchoire supérieure, qui est portée en avant ; le bord alvéolaire étroit et alongé ; les dents incisives supérieures placées obliquement ; les lèvres, particulièrement la supérieure, gonflées ; le menton retiré ; les jambes en général cambrées.

Cette variété répandue dans toute l'Afrique occidentale et méridionale se retrouve aussi sur les côtes de Madagascar, probablement sur celles de nord-ouest, de la Nouvelle-Hollande, dans les grandes îles de Van-Diémen, de la Calédonie et de la Nouvelle-Guinée ; on croit même qu'elle occupait anciennement les îles Philippines, Bornéo, Java et Sumatra ; les *Haraſoras* qui habitent encore l'intérieur de quelques-unes de ces îles, sont nègres ; les indigènes des îles Andaman, le sont également. Ainsi, toutes les régions de la zone torride, à l'exception de l'Amérique, ont produit des peuples nègres, preuve manifeste de l'influence des climats sur les variétés de l'espèce. Mais quand nous observons les différences entre un véritable nègre, à teint de jayet, à chevelure laineuse, crépue, un Caffre à teint jaune cuivré, à cheveux laineux, longs, un Diémenois, un nouveau Calédonien, un Papous à couleur de suie ; à cheveux frisés ; nous restons incertains, si ces trois races séparées d'ailleurs par des mers et des

Trois sous-variétés de nègres.

montagnes, sont chacune originaire de son domicile actuel, ou si elles descendent d'une souche commune.

Hottentots. Les Hottentots forment encore une exception remarquable; la forme de leur crâne est celle de la race malaie; ils ont le teint et la barbe foible de la variété mongole, mais leur chevelure laineuse les rapproche des nègres.

Extension géographique de l'espèce humaine. Telles sont les principales variétés de l'espèce humaine répandue sur toute la surface du globe. Les anciens s'étaient à tort imaginés que la zone torride, embrasée des feux du soleil, ne permettait pas aux habitans de deux zones tempérées de communiquer ensemble. Ces préjugés, qui rétrécissaient l'univers, ont disparu devant les lumières que les *Colomb*, les *Gama*, les *Cook* nous ont procurées. Les navigateurs ont trouvé des habitans dans les climats les plus brûlans et dans le voisinage des pôles, sur les côtes les moins abordables, et dans ces îles qu'un immense Océan semblait séparer du reste du monde. Les îles de Spitzberg et de la Nouvelle-Zemble, au nord, la terre Sandwich, les îles de Falkland et de Kerguélen, au sud, sont les seuls pays d'une étendue remarquable qui se soient trouvés absolument sans habitans.

La terre entière est donc la patrie de l'homme. Il supporte tous les climats, et ses habitations s'étendent jusqu'aux derniers confins de la nature animée. Les Esquimaux de Groenland habitent jusque sous le *quatre-vingtième parallèle*. A l'autre extrémité, la stérile Terre-de-Feu nourrit les pauvres Petchères. Le Nouveau-Monde, quoique en général moins peuplé, est donc habité d'un bout à l'autre. Dans l'ancien continent, les habitations de l'homme forment un ensemble qui n'est interrompu que par quelques landes sablonneuses; et au milieu même de ces déserts, l'homme a peuplé les *Oasis*, ces îles de verdure éparses dans un océan de sable.

Chaleur et froid supportés par l'homme. Le corps humain supporte, sur les bords du Sénégal, un degré de chaleur qui fait bouillir l'esprit-de-vin; dans le nord-est de l'Asie, il résiste à un froid qui rend le mercure solide et malléable. Les expériences de *Fordiat*, de

Boerhave et de *Tillet*, prouvent que l'homme est plus capable que la plupart des animaux, de supporter un très-grand degré de chaleur. On peut croire que notre corps résisterait également à un froid extrême, pourvu qu'il eût les mouvemens libres. Comme d'ailleurs le froid ne doit guères augmenter au-delà du 78e ou du 80e degré, il est probable que l'homme ferait voile sous les pôles aussi bien que sous l'équateur, s'il n'y était pas arrêté par les glaces.

Sur la faculté de s'acclimater.

La faculté qu'a l'homme de s'acclimater partout et en peu de temps, paraît venir de la même cause qui rend sa santé moins ferme et moins durable que celle des animaux. Les animaux doivent à la plus grande affinité des molécules de leurs corps, avec la matière brute, ces instincts qui nous manquent. Nos sens au contraire ne sont si irritables, notre corps n'est si susceptible d'impressions, la fougue de nos passions n'est si impétueuse, que parce que toute notre organisation est plus fine, plus délicate, plus spirituelle pour ainsi dire. L'instabilité de notre santé, et l'incertitude du terme de notre vie, dépendent essentiellement de cette mobilité de nos organes. Mais grace à cette *même mobilité*, nos organes se plient avec facilité et promptitude aux volontés de notre ame. Une ferme résolution de ne point se laisser vaincre par une maladie, est, de l'aveu de tous les médecins, un des remèdes les plus efficaces, tandis qu'une imagination craintive aggrave la moindre indisposition. C'est ainsi que notre corps, pour s'endurcir et se roidir contre l'influence d'un climat nouveau, n'attend que les ordres de l'intelligence à laquelle il sert d'organe : sous chaque climat, les nerfs, les muscles, les vaisseaux, en se tendant ou se relâchant, en se dilatant ou se resserrant, prennent bientôt l'état habituel qui convient au degré de chaleur ou de froid que le corps éprouve.

Nombre total des hommes.

On dit assez communément que le nombre total des hommes vivans sur la terre, peut s'élever à *un milliard* ou 1,000 millions. Mais tous les calculs qu'on a faits à ce sujet sont chimériques ; il est même impossible d'en

donner qui aient seulement quelque degré de certitude.

Population de l'Asie.

L'Asie à 500 millions d'habitans, dit-on; mais ce n'est qu'en adoptant pour tous les pays qui composent cette partie du monde, les données les plus exagérées, qu'on est parvenu à former ce total. Si l'on veut être de bonne foi, il faut avouer que l'on n'a pas plus de raisons pour donner à l'Asie 500 millions, que pour lui en donner 250. Entre les diverses versions sur la Chine, comment deviner la vraie? Ce pays a-t-il 27 millions d'habitans, d'après *Sonnerat*, ou 55 millions, d'après l'extrait de la gazette officielle de Pékin, ou 70 millions selon les Russes, ou 100 millions, comme le savant *De Guignes* a cru, ou 19,662,000, comme M. *Busching* nous apprend, ou 200 millions, en suivant les missionnaires; ou enfin 333 millions comme un mandarin chinois, très-véridique sans doute, assura à milord Macartney? Ce seul exemple suffit pour faire sentir aux lecteurs judicieux que tout cet étalage de chiffres n'est fondé que sur des raisonnemens vagues. Nous avons cherché à estimer la population de l'Asie d'après les relations comparées des voyageurs modernes; nous n'affirmons rien, mais il nous paraît qu'on ne peut donner à l'Asie que 320 à 340 millions d'habitans.

De l'Océanique.

L'*Océanique*, ou cet ensemble de grandes et petites îles au sud-est de l'Asie, renferme de vastes espaces entièrement inconnus. En portant aussi loin que possible les évaluations partielles, on ne trouvera depuis Sumatra jusqu'à l'île de Paques, et depuis Manille jusqu'à la Nouvelle-Zélande, que 20 millions d'habitans.

De l'Afrique.

Quant à l'Afrique, les incertitudes sont si grandes, que toutes choses bien pesées, on ne sait pas s'il faut compter cette partie du monde pour 45 ou pour 90 millions. Un tiers de l'Afrique est si absolument inconnu, qu'on ne sait pas s'il y a des lacs ou des montagnes, ou des déserts sablonneux. Parmi des parties les plus connues, il n'y en a aucune sur laquelle on ait des dénombremens positifs. Tout ce qu'on sait, c'est que la population de l'Égypte, des États barbaresques et de l'empire de Maroc a été pro-

digieusement exagérée. On parle des pays très-peuplés sur les bords du Niger; mais quel voyageur digne de foi a vu ces grandes villes qui devaient avoir plus d'habitans que Londres? Toute estimation positive serait déplacée, mais en prenant un terme moyen, on peut regarder 20 millions comme le *maximum* pour la population de l'Afrique.

Population de l'Amérique.

On a donné 150 millions d'habitans à l'Amérique. A peine en trouve-t-on *un tiers*, dont l'existence soit avérée. Les Espagnols n'ont guère poussé leurs estimations les plus favorables, au-delà de 20 millions d'habitans de toutes les classes, pour l'ensemble de leurs colonies. C'est peut-être un tiers de trop, mais passons outre. Le Brésil n'a qu'un million d'habitans, selon Raynal; mais on doit aujourd'hui y compter un peu au-delà de 3 millions, y compris les indigènes. Il serait difficile de trouver plus de deux millions dans toutes les grandes et petites Antilles, en défalquant celles des Espagnols. Les États-Unis ont 6 à 7 millions d'habitans. On ne peut estimer le Canada anglais, la Nouvelle-Écosse et leurs dépendances qu'à un million. On ne trouvera pas deux millions d'individus dans les tribus, ou plutôt familles sauvages de l'intérieur et du nord-ouest. Il est évident que l'Amérique toute entière n'a pas 40 millions d'habitans.

Résumé général.

Résumons ces hypothèses. L'Europe qui seule est connue, peut avoir 176 millions d'habitans; l'Asie en a 320 à 340 millions; toutes les îles du Grand-Océan, formant la cinquième partie du monde, peuvent en contenir 20 millions; nous laisserons à l'Afrique 70 millions, et à l'Amérique 40 millions. L'espèce humaine dans son ensemble, n'aura donc que 640 à 650 millions d'individus au lieu d'un *milliard*.

Nous trouverons des résultats plus positifs, en considérant les divers rapports qui existent entre les nombres des naissances, des décès, des mariages et des individus vivans de chaque sexe et de chaque âge (1).

(1) *Sussmilch*, l'Ordre divin dans les variations du genre humain, sous les rapports des naissances, etc., etc., 2 vol. in-8° (en all.), 3e édi-

Rapports numériques des décès, selon l'âge.

La borne naturelle de la vie humaine, semble être l'âge de 80 à 90. Peu d'hommes surpassent ce terme; l'immense majorité périt long-temps avant de s'en être rapprochée. Le *quart* de tous les individus nouveau-nés, meurt dans la première année; *deux cinquièmes* seulement atteignent la sixième année, et avant la vingt-deuxième année, la *moitié* d'une génération est dans le tombeau. L'ordre que la mort observe en frappant les humains, est un des phénomènes les plus admirables dans la nature; les causes en sont trop multipliées et trop compliquées pour pouvoir être développées ici. Les dangers qui accompagnent plusieurs métiers, la fougue des passions, la corruption des mœurs y contribuent autant que la faiblesse naturelle du corps humain. En général, la *durée moyenne* de la vie humaine, l'une portant l'autre, se trouve entre 30 et 40 ans; c'est-à-dire, que de 30 ou 40 individus, il en meurt chaque année un.

Ce rapport varie singulièrement selon les sexes, les localités et les climats, même d'une province à l'autre. En 1774, il y eut, selon *Sussmilch*, 1 décès sur 26 hommes

---

tion, Berlin, 1765. (4e édition posthume, avec un supplément par *Baumann*, 1775-87.) *Euler*, Recherches générales sur la mortalité et la multiplication du genre humain, dans les *Mémoires de l'académie de Berlin*, année 1760. *Lambert*, Remarques sur la mortalité, les naissances, etc., dans ses Mémoires de mathématiques appliquées. Berlin, 1772 (en allem.), 9e mémoire. *Desparcieux*, Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine, etc., etc. Paris, 1746. *Wargentin*, Mémoires divers sur les tables de mortalité, etc., dans les *Mémoires de l'académie de Stockholm*, vol. XVI et XVII, XXVIII et XXXI. *Halley*, An estimate on the degrees of mortality of mankind, etc., dans les Philosophical transactions, 1691. *Arthur Young*, Political arithmetic, 1775. *Black*, Arithmetical and medical analysis of the mortality, etc. Londres, 1789, 2e édition. *Short*, New Observations on city, towns and country bill of mortality. Lond., 1750. *Kerseboom*, Verhandeling tot een proeve, etc., c'est-à-dire, Mémoire sur la manière de connaître la population, 1738. *Id.*, Aanmerkingen op de gissingen, etc.; c'est-à-dire, Remarques sur les conjectures relatives au nombre des hommes, 1742. *Petty*, Observat. on the Dublin bill of mortality, etc., 1683. *Id.*, Several Essays on political arithmetic., 1699. *Graunt*, Annotations made upon the bill of mortality, 1666, etc., etc. (Ces ouvrages sont cités dans l'ordre de l'importance.)

et femmes dans la Silésie prussienne, et 1 sur 36 dans la Marche de Brandebourg. En Suède, selon *Wargentin*, on en compte 1 sur 33 hommes, et 1 sur 35 femmes. En Danemarck, le rapport est, selon la statistique de *Thaarup*, 1 sur [illegible], en y comprenant le Holstein. En Norvège, le rapport est, selon le même auteur, 1 sur 48 $\frac{4}{9}$. Les géographes germano-russes, prétendent établir un rapport encore plus favorable pour la Russie, savoir de 1 sur 58 ou 59; mais cette donnée nous paraît suspecte d'inexactitude ou d'exagération. Il est certain que dans de petits districts, le rapport de la mortalité au nombre des vivans, est quelquefois extrêmement foible. Dans la paroisse de *Wœrdal*, en Norvège, la mortalité n'a été que de 1 sur 74, pendant dix années. Dans le gouvernement de *Woronesch*, en Russie, la population a été de 1 à 79 $\frac{9}{11}$; mais il est physiquement impossible que des proportions aussi favorables aient lieu pour un pays étendu. En France, il semble que le rapport est de 1 mort sur 35 vivans, et c'est peut-être la meilleure base qu'on puisse adopter pour un pays quelconque de la même étendue.

Mêmes rapports selon le sexe, le climat, etc.

La mortalité est, dit-on, beaucoup plus grande dans les villes que dans les campagnes. *Wargentin* suppute qu'il meurt à Stockholm 1 sur 1[illegible] hommes, et 1 femme sur 21. Suivant *Price*, il meurt dans les villes d'Angleterre, année commune, 1 sur 19 à 23; dans les petites, 1 sur 28, et dans les campagnes seulement, 1 sur 40 à 50. Aristote déjà engage les gouvernemens à empêcher l'accumulation de la population dans les villes (1). *Sussmilch* compare les villes à une peste continuelle. Ce préjugé général exagère un mal réel. Les campagnards ont sans doute deux grands avantages sur les citadins, celui d'un air plus pur, et celui d'une vie plus sobre et mieux réglée : mais comme de l'autre côté les paysans, les chasseurs et les pêcheurs sont exposés à tant d'accidens violens, et mènent une vie misérable, on peut douter que les désavantages réels des

Mortalité des villes et des campagnes.

(1) [illegible]ist., de Republ., VII.

villes soient aussi grands qu'on les a crus. L'apparence vient de ce que les hôpitaux sont presque tous établis dans les villes; les malades des campagnes y affluent. Or, sur 20 à 21,000 décès à Paris, on en trouve ordinairement 6 à 7,000 pour les seuls hôpitaux.

Causes de longévité.

Il paraît que l'air des plaines nues et élevées, ou des montagnes d'un accès libre, est favorable à la longévité; on peut dire la même chose de l'atmosphère insulaire, qui est toujours renouvelée par l'air maritime. La Russie, la Norvège, la Suède, le Danemarck, l'Ecosse, l'Irlande et la Suisse, voilà les pays qui nous fournissent les exemples les plus nombreux et les plus authentiques d'hommes et de femmes, ayant poussé leur vie au-delà de 100 ans. On peut compter dans ces pays un centenaire sur 3 ou 4 mille individus (1). Mais il y a beaucoup de contrées où la longévité est commune, sans qu'on ait à cet égard des données exactes. Pline désigne la région de l'Italie qui s'étend des Apennins au Pô, et de Plaisance vers Bologne, comme ayant été trouvée singulièrement riche en vieillards de 100 ans jusqu'à 150, lors des dénombremens faits sous les empereurs Claude et Vespasien (2). Les rares exemples d'une longévité extrême, d'une vie de 150 ans et au-delà, semblent pourtant appartenir indistinctement à tous les pays. Si l'Angleterre, dont on vante la salubrité, a offert jusqu'à trois ou quatre exemples d'hommes, parvenus à l'âge de 150 à 169 ans (3), la Hongrie, qui n'est pas généralement parlant un pays très-salubre, a vu le fameux *Pierre Czartan* pousser sa carrière jusqu'à 185 ans (4); et *Jean Rovin*, âgé de 172 ans, avait une femme de 164, et un fils cadet de 117 ans. C'est dans le Bannat de Temeswar, pays marécageux sujet à la fièvre pétéchiale, cette peste européenne, qu'on a observé ces exemples de longévité et bien d'autres (5). Une vie sobre et exempte des passions

(1) *Sussmilch*, Ordre divin, etc., § 483. (2) *Plin*, VII, 49.
(3) *Robinson*, Philosoph. transact., n°s 44 et 221. *Baddam's*, Mémoire, I, 164, III, 174. *Harley*, Miscellam., VI, a.t.o.
(4) *Comment. de rebus in scienc. natur. et medic. gestis*, vol. X, 147.
(5) *Hanov*, Raretés naturelles, I, 120 (en allem.). *Crantz*, Appendix ad Medicin. castrens. de climate Hungarico.

tumultueuses, contribue singulièrement à prolonger la vie. D'après l'auteur d'un petit ouvrage très-curieux (1), intitulé, *Apologie du jeûne*, 152 anachorètes, pris dans tous les siècles et sous tous les climats, ont produit 11,589 ans de vie, par conséquent, 76 ans et un peu plus de trois mois de vie pour chacun, au lieu que le même nombre d'académiciens, moitié de l'Académie des Sciences, moitié de celle des belles-lettres, n'a donné que 10,511 ans de vie, par conséquent 69 ans et un peu plus de deux mois de vie pour chacun. Il n'est donc pas impossible que dans les siècles de l'innocence patriarchale, il y ait eu des nations et des tribus chez qui les vieillards de 150 à 200 ans, étaient plus nombreux que parmi nous. C'est ce que les anciens affirment des *Seres*, des *Cyrni* de l'Inde, des *Epiens*, en Étolie, et des habitans des monts Athos et Tmolus. Influence de la manière de vivre.

Dans la marche ordinaire de la nature, il naît, du moins chez les peuples civilisés, plus d'individus qu'il n'en meurt. On a trouvé des rapports très-différens : dans les campagnes, souvent il naît 1 sur 22 vivans; dans les villes, le rapport est moins favorable, souvent de 1 à 40, plus ordinairement de 1 à 35. Le climat fait ici une différence très-remarquable. Le climat le plus salubre n'est pas toujours celui où il naît le plus d'enfans : par exemple, en Danemarck, le rapport des naissances aux vivans est de 1 à 31; en Norvège, il est comme 1 à 34. En France, ce rapport est comme 1 à 29. On compte en Suède 4 enfans par mariage; en France, 4 et demi. Par conséquent, l'ancien préjugé qui faisait regarder le nord comme l'*officine des nations*, quoique soutenu par bien d'autres savans (2) que l'antiquaire Rudbek, n'en paraît pas moins dénué de fondement. Excédant des naissances sur les décès.

Le genre de vie, la nature des différens métiers, et la qualité des alimens dont un peuple fait usage, voilà des

(1) Journal de médecine, vol. LXXIII, p. 340.

(2) *Machiavelli*, Storia Fiorent., I, c. 3. *Bayle*, Nouvelles de la République des lettres, 1685, janv., art. 8. Comp., pour la réfutation, *Wargentin*, Mém. de l'Acad. de Stockholm, XVI, 173 (trad. allem.).

Causes physiques qui font multiplier l'espèce.

circonstances qui influent plus sur la propagation de l'espèce que le climat. On croit avoir observé que les peuples qui se nourrissent de poisson, multiplient plus facilement que ceux qui ne mangent que de la viande (1). La fécondité des femmes de la Sologne, contrée peu salubre, est peut-être due à ce que le sarrasin fait la nourriture principale des habitans de ce canton; car cette espèce de grain, comme on l'observe dans les oiseaux, semble échauffer davantage les organes de la reproduction (2), comme le seigle ergoté, au contraire, frappe de stérilité les poules qui en mangent (3). Chez les peuples qui mènent une vie errante, et qui sont peu nombreux, il naît moins d'enfans que dans les pays où les individus des deux sexes se trouvent plus rapprochés, et plus souvent en présence l'un de l'autre. Cependant, à l'époque d'une haute civilisation, le nombre des naissances diminue par la cherté des subsistances, qui rend les mariages plus difficiles. L'époque où un peuple vit principalement d'agriculture et dans une aisance moyenne, paraît être celle où il augmente le plus.

Saisons génitales.

Ce sont ces influences physiques de l'air, des alimens et du genre de vie, qui rendent certaines saisons de l'année plus fertiles que les autres. Pline appelle le printemps la *saison génitale*. Hippocrate avait observé avant lui que le printemps était la saison la plus favorable à la conception. Le soleil et l'amour rallument en même temps leur flambeau. Aristote a dit, avec raison, que ce sont le soleil et l'homme qui travaillent à la reproduction de l'homme. Des observations faites dans plusieurs pays, semblent toutes s'accorder à indiquer les mois de décembre et de janvier comme ceux où il naît le plus d'enfans. Des circonstances locales, dépendantes du genre de vie d'une nation, peuvent changer cette règle générale. En Suède,

(1) *Montesquieu*, Esprit des lois, L. XXIII, ch. 13.
(2) Mém. de la Société royale de Médecine, année 1776, part. II.
(3) Journal de médecine, vol. LXIV, p. 270.

selon *Wargentin*, le mois où il y a le plus de naissances, est celui de septembre ; et le mois de janvier ne vient qu'après celui-ci. Ce fait n'a rien d'étonnant, lorsqu'on se rappelle que chez tous les peuples du nord, surtout dans les campagnes, l'époque de Noël et du nouvel an donne le signal de fêtes, de rassemblemens et de plaisirs.

Causes politiques et morales qui font multiplier l'espèce.

Des causes politiques et morales influent très-directement sur l'augmentation des naissances. Le défaut de subsistance s'oppose à la multiplication des mariages ; et ce n'est que par des mariages que l'Etat peut espérer de voir naître beaucoup d'enfans ; le libertinage, la communauté des femmes, la polygamie, le divorce, n'ont jamais eu d'influence salutaire sur la population. Il est démontré par des dénombremens authentiques que, sur deux masses d'individus égales en nombre, celle qui vit dans le mariage produit plus d'enfans que celle qui se livre à la débauche. Quant à la fameuse institution proposée par Platon, nous nous en rapportons à ce philosophe lui-même ; la communauté des femmes, telle qu'il la concevait, réglée par des lois austères, avait pour but de *limiter* la population en l'épurant (1). La polygamie des Orientaux, vu l'égalité de nombre des deux sexes, ne donne à un homme plusieurs femmes, qu'en condamnant au célibat une grande partie de la nation. Aussi Montesquieu l'a déclarée nuisible à la population (2) ; mais ce même philosophe s'est constitué le défenseur de la facilité et de la fréquence du divorce ; il a osé attribuer à cette institution l'énorme nombre d'habitans qu'il donne à l'ancien empire romain ; enfin, il insinue que la religion chrétienne, en prêchant la continence et l'indissolubilité du mariage, a fait diminuer le nombre du genre humain (3). Cette ingénieuse calomnie est aisément réfutée par les témoignages des anciens eux-mêmes, qui tous s'accordent à représenter l'an-

De la polygamie et du divorce.

(1) Plat. de Republ., lib. V. (2) Lettres persanes, lett. 110. Esprit des lois, liv. XVI, ch. 6, liv. XXIII, ch. 2. (3) *Montesquieu*, Esprit des lois, lett. 110 et 112. Comp. Esprit des lois, XVI, 15, XXIII, 21, et pen.

tique sainteté du mariage comme la source la plus directe des forces inépuisables de la république romaine (1); tandis que sous les empereurs, dans les siècles de la corruption, l'Italie serait restée inculte, faute de bras, si elle n'eût pas été cultivée par des légions, ou plutôt des nations entières d'esclaves amenées de toutes les parties du monde (2). Le mal réel que fait le célibat des prêtres, institution purement humaine, ne saurait balancer les services qu'a rendus le christianisme, même sous le seul rapport de l'augmentation et de la conservation de notre espèce.

L'usage immodéré des liqueurs fortes énerve également un peuple, et dessèche les sources de la propagation. Un peuple actif, sobre, modéré dans ses passions comme dans ses plaisirs, sera toujours plus fécond qu'un peuple abâtardi par le luxe, la mollesse et la jouissance des voluptés, que dédaigne ou que désavoue la nature.

Pays agricoles et pays vignobles.

Une preuve de ce que je viens de dire nous est fournie par la comparaison des pays agricoles et des pays de vignobles. Il paraît prouvé qu'un terrain d'une lieue carrée en champs, ne peut occuper et nourrir que 1,390 individus; au lieu qu'un pareil espace planté en vignes, entretient 2,604 personnes (3). Pourquoi néanmoins les pays de vignobles sont-ils souvent plus mal peuplés que des provinces agricoles, sous le même climat? Pourquoi les paysans vignerons sont-ils souvent si malheureux? C'est, sans doute, parce que l'ivrognerie est plus favorisée dans un tel pays, et aussi parce que le produit annuel de la vigne est plus incertain que celui des semailles en blé.

Époque de la puberté.

« L'époque de la puberté arrive plus tôt, dit-on, dans » les pays chauds et méridionaux, que dans les climats » froids, comme ceux des pays septentrionaux et des mon-

(1) Dionys. Halicarn., II. *Valer. Maxim.*, II, c. 4. *Aul. Gell.*, IV, c. 3. *Plut.*, Parall. de Thésée et Romulus. *Cic.*, de Republ., lib. VI. « Majores nostri *firmiter stabilita* matrimonia esse volu[illegible]

(2) *Plin.*, Hist. nat., XXXIII, 10. *Seneca*, de Tranqu[illegible] brevit. vita, c. 12. *Athen.*, Deipnosoph., VI. *Lips.* de Mag. Romanâ, II, 15. (3) Discours sur les vignes, Dijon, 1756.

» tagnes élevées. » Cette thèse, vulgairement adoptée, a besoin de restrictions. Il est vrai, par exemple, que les femmes barbaresques sont communément mères à onze ans, et cessent d'avoir des enfans à trente (1). Buffon rapporte, d'après Thévenot, qu'au royaume de Décan on marie les garçons à dix ans, et les filles à huit, et qu'il y en a qui ont des enfans à cet âge ; de sorte qu'elles peuvent être grandes-mères avant l'âge de vingt ans. Mais si cela était purement l'effet du climat, comme Buffon le croit, il s'ensuivrait une conséquence fort singulière. Le climat sous lequel habitent les nègres du Sénégal, est certainement plus chaud que celui de la Barbarie, et même que celui de la presqu'île de Décan. Donc, si c'est l'influence du climat seul qui hâte l'époque de la puberté chez les peuples de l'Inde, et qui la fixe à dix ou onze ans, la même influence devrait fixer l'époque de la puberté à sept ou huit ans chez les nègres ; ce qui serait absurde. Au contraire, toutes les relations que nous avons consultées, semblent indiquer que la puberté chez les nègres n'est pas beaucoup plus hâtive que chez les peuples méridionaux de l'Europe. Il paraît donc que, même dans la zone torride, le phénomène physique dont il est question, dépend plutôt de la *différence des races* que de celle du climat.

Il y a des faits encore plus concluans.

Exemples des variations à cet égard.

Tous les voyageurs russes et danois qui ont écrit sur la Laponie et les autres contrées voisines de la mer Glaciale (2), s'accordent à dire que les femmes de ces peuples, non seulement sont très-lascives, mais qu'elles deviennent nubiles de bonne heure. Un Français, qui a beaucoup vu, et bien vu (3), assure que les Suédoises sacrifient à l'amour dès l'âge de 12 ans. En Russie, les paysans se marient souvent à ce même âge. Dans le Vivarais, contrée montagneuse et froide, le sexe est d'aussi

(1) Voyez ou Voyage en Barbarie, tome I, p. 395. (2) *Hœgstrom*, *K[illegible]*, etc., etc. (3) M. *Fortis de Piles*, dans le *Voyage de deux Français dans le Nord*, tome II, p. 422.

bonne heure nubile que dans les autres provinces du midi de la France (1). Les sauvages d'Amérique, qui demeurent sous la ligne, parviennent aussi tard à la puberté que ceux qui vivent plus près du pôle. Chez eux, les hommes ne se marient pas avant l'âge de 30 ans, et les femmes avant leur vingtième année.

Il semble donc qu'on doive regarder cette différence physique, comme étant plus encore inhérente aux races que dépendante des climats. Souvent aussi on doit en chercher la cause dans l'extrême dissolution des mœurs. Quoi qu'il en soit, le phénomène dont nous parlons n'influe probablement que très-peu sur le nombre des naissances, et point du tout sur l'augmentation de la population. D'abord, on a observé que partout où les femmes sont nubiles de très-bonne heure, elles cessent aussi plutôt d'être fécondes; aux Indes, elles vieillissent déjà à 30 ans. D'un autre côté, les enfans, dans ces pays, sont plus faibles, et sujets à une mortalité plus grande.

Résultat général.

Cette dernière observation doit même s'étendre indistinctement à tous les peuples; on doit toujours se garder de conclure à une augmentation de population, *uniquement* parce qu'on voit un énorme excédant de naissances sur les morts. Lorsque ces *excédans* sont trop disproportionnés au nombre des morts et à celui des mariages, on est fondé à soupçonner quelque inexactitude dans la rédaction des listes, ou quelque circonstance physique extraordinaire. Le *rapport des naissances aux mariages*, l'un portant l'autre, et dans un pays de quelque étendue, ne peut guères être au-dessus de 5, ni au-dessous de 3 naissances pour un mariage. Le rapport ordinaire, dans les pays les plus civilisés du monde, est de 4 naissances pour un mariage. Le *rapport entre les naissances et les décès*, est année commune, depuis 101 jusqu'à 150 pour 100. Ce dernier rapport même n'a lieu que dans quelques provinces

Rapports numériques des naissances et des décès.

(1) Mémoire de la Société royale de Médecine, 1780 et 1781, page 130.

de peu d'étendue, et singulièrement favorisées de la nature. Tout ce qu'il y a de plus, en parlant d'un pays étendu, doit paraître suspect, à moins que d'être prouvé par des dénombrements et des registres, revêtus d'un grand caractère d'authenticité. Pour ne citer qu'un seul exemple, il est sans doute permis aux Russes de proclamer à peu près tous les ans (même en temps de guerre), qu'il naît dans l'empire russe plus d'un million d'individus, tandis qu'il n'en meurt que 5 ou 600,000. Mais il nous est aussi permis, à nous autres Européens, de ne pas ajouter implicitement foi à ces merveilleuses histoires, et d'attribuer en partie cette disproportion entre les décès et les naissances, à l'incurie de ceux qui en tiennent registre.

Euler a calculé la table suivante, au moyen de laquelle on voit aussitôt en combien d'années le nombre d'individus d'une nation peut doubler dans des circonstances données (1). Table de la multiplication de l'espèce.

Pays de 100,000 *habitans : mortalité de* 1 *sur* 36.

Les décès étant aux naissances comme	Le surplus des naissances sera :	Ce surplus sera de la somme des vivans,	Le doublement de population aura lieu en
10 à 11	277	$\frac{1}{561}$	250 $\frac{3}{12}$ années.
—— 12	555	$\frac{1}{180}$	125
—— 13	722	$\frac{1}{138}$	96
—— 14	1100	$\frac{1}{90}$	62 $\frac{5}{4}$
—— 15	1388	$\frac{1}{72}$	50 $\frac{1}{4}$
—— 16	1666	$\frac{1}{60}$	42
—— 17	1943	$\frac{1}{51}$	35 $\frac{3}{4}$
—— 18	2221	$\frac{1}{45}$	31 $\frac{2}{5}$
—— 19	2499	$\frac{1}{40}$	28
—— 20	2777	$\frac{1}{36}$	25 $\frac{3}{10}$
—— 22	3332	$\frac{1}{30}$	21 $\frac{1}{8}$
—— 25	4165	$\frac{1}{24}$	17
—— 30	5554	$\frac{1}{18}$	12 $\frac{4}{5}$

Le même géomètre, en admettant des suppositions extrêmement favorables à la propagation de l'espèce, a cal-

(1) Tables communiquées à *Sussmilch*, Ordre divin, chap. VI, §§ 152-156-162.

culé une table en séries récurrentes, dont le résultat général est que le genre humain a pu se tripler en 24 ans, et qu'au bout de 300 ans, la postérité d'un seul couple a pu s'élever à 3,993,954 individus.

Rapport des naissances et des décès à un temps donné.

Si l'on met le nombre total des hommes à 700 millions (ce qui est un peu trop haut), le rapport entre les décès et les vivans, de 1 à 33, et celui entre les naissances et les vivans, de 1 à 29 $\frac{1}{2}$, on trouve les résultats suivans, pour la totalité du globe.

Époque de temps.	*Naissances.*	*Morts.*
Dans une année.	23,728,813. . .	21,212,121
— un jour.	65,010. . .	58,120
— une heure.	2,708. . .	2,421
— une minute.	45. . .	40
— une seconde. . . .	$\frac{3}{4}$. . .	$\frac{2}{3}$

D'où il suivrait que le nombre total du genre humain pourrait, dans une année, augmenter de 2,516,692 individus, si les guerres et les épidémies ne l'empêchaient pas. Cette augmentation ferait, en 100 ans, monter le nombre des hommes à 3,216 millions. La terre pourrait bien en nourrir encore plus; mais les témoignages de l'histoire semblent jusqu'ici s'accorder à indiquer une augmentation beaucoup plus lente de l'espèce humaine.

Rapports entre les nombre des deux sexes.

Le *rapport entre le nombre des deux sexes,* est un objet très-important pour la statistique et pour la législation. En Europe, il naît toujours plus de garçons que de filles, dans le rapport de 21 à 20, ou, selon d'autres, de 26 à 25. La mortalité est aussi plus grande parmi les enfans mâles, à peu près dans le rapport de 27 à 26; d'où il suit que vers la quinzième année, l'équilibre est presque rétabli entre les deux sexes; cependant, il y a encore un surplus pour le sexe masculin. Mais ce surplus en hommes, et même souvent un nombre trois ou quatre fois plus grand, est anéanti par les guerres, les voyages périlleux, les émigrations, dont l'effet tombe moins sur le sexe féminin. Ainsi, en dernière analyse, les femmes se trouvent

toujours en plus grand nombre dans nos climats que les hommes. Cette différence est surtout très-sensible après une longue guerre; selon Wargentin, elle s'est élevée, en France, après la guerre de sept ans, à 890,000, sur 24 ou 25 millions d'ames; et en Suède, après la guerre du nord, à 127,000, sur 2,000,000 et demi.

Néanmoins la différence en nombre entre les deux sexes, n'est pas, en Europe, assez grande, ni surtout assez constante, pour qu'il soit permis d'en tirer quelque conclusion défavorable au système de la monogamie, ou des mariages entre un seul homme et une seule femme. Ces sortes de mariages, seuls conformes à la dignité humaine et à une saine morale, sont encore protégés par de puissantes raisons d'économie politique, et personne ne doute que la *polygamie*, ou le mariage d'un homme avec plusieurs femmes, serait une institution funeste pour le bien-être de l'Europe.

S'il naît plus de filles dans l'Orient?

Quelques voyageurs (1) avaient paru croire que dans les climats chauds, il naît beaucoup plus de filles que de garçons; et comme le sexe masculin y est encore sujet à une plus rapide destruction que parmi nous, le surplus des femmes devait devenir extrêmement grand; d'où Montesquieu conclut que la polygamie a chez ces peuples des excuses très-plausibles; mais le fait d'où il part s'est trouvé absolument faux. Les recherches du P. Parennin, dans la Chine (2), les listes de baptêmes, tenues par les missionnaires danois de Tranquebar (3), les dénombremens faits par les Hollandais à Amboine et à Batavia (4); enfin, les renseignemens pris à Bagdad et à Bombay, par le judicieux Niebuhr (5), ont démontré que le nombre des enfans des deux sexes n'est pas plus disproportionné dans l'Orient que dans l'Europe.

(1) *Kæmpfer*, Description du Japon, I, liv. 2, ch. 5. Recueil des voyages de la compagnie des Indes, I, 346. (2) Lettres édifiantes, XXVI, recueil, p. 8 (Paris 1743). (3) *Sussmilch*, l'Ordre divin, etc., § 418. (4) *Valentyn*, Beschryving van Amboïna, II, p. 342. *Struyck*, Nader ontdekkingen noppens den staat van het menschelyk geslagt, p. 3 (en holland.). (5) *Niebuhr*, Description de l'Arabie, I, 102 *sqq.*

On prétend, avec plus de raison, qu'il y a des peuples qui, ayant la coutume de vendre au-dehors un grand nombre de femmes, en manquent chez eux, ce qui les a engagés à établir la *polyandrie*, ou le mariage d'une femme à plusieurs maris (1). Cette institution, si elle existe, est évidemment la moins favorable à la propagation.

Rapports généraux des sexes, âges, états, etc.

On estime assez communément que lorsqu'il naît 10,000 enfans dans un canton quelconque, il doit y avoir en tout 295,022 habitans de deux sexes, dont 93,003 enfans au-dessous de 15 ans, et 202,019 personnes au-dessus de cet âge. Parmi ces individus il y aura tout au plus 23,260 mariages monogamiques (dont la durée moyenne peut être évaluée à 21 ans), 5,812 veuves, et 4,359 veufs; le reste célibataires.

(1) *Duhalde*, Description de la Chine, IV, 461. *Strab.* (descr. de la Médie), IX, 798, édit. Almel. Comp. *Michaëlis*, [illegible], II, 199 (en all.)

LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME.

Suite et fin de la Théorie générale de la Géographie. De l'Homme, considéré comme être moral et politique, ou : *Principes de Géographie Politique.*

LONG-TEMPS nous avons considéré la terre comme un corps physique; ayant des rapports avec d'autres corps physiques qui l'environnent ou qui habitent à sa surface. Mais dès qu'à travers l'immense série d'êtres qui s'est développée devant nous, nos recherches sont arrivées jusqu'à l'homme, nous avons aussitôt vu la *Géographie-Physique* céder peu à peu la place à la *Géographie-Politique*. Cette branche de notre science considère la terre d'après ses divisions politiques, et dans ses rapports avec les diverses sociétés civiles qui s'y sont établies. Il est évident que cette partie de la Géographie a, comme les autres, ses principes généraux, dont l'ensemble forme une *théorie*, et dont la connaissance doit précéder l'étude des descriptions particulières. Mais ceux de ces principes qui, fondés dans la nature de notre être, ne varient pas au gré des caprices humains, sont en petit nombre; les autres rapports changent, sinon d'un royaume à un autre, du moins d'une partie du monde à l'autre, ce qui nous engage à nous borner ici à un exposé rapide des premiers, en réservant aux autres leur place convenable dans les introductions particulières à la description de chaque grande division du globe. Géographie politique.

Le *langage articulé*, noble héritage de la nature humaine, est le premier lien social qui manifeste et qui perpétue l'union civile des hommes. Peu d'animaux, même parmi les oiseaux et les quadrupèdes, ont un langage *articulé*, ou à sons distincts et constans; ces langages d'ailleurs ne s'élèvent guère qu'à dix ou douze inflexions de la voix. Aucun Langage articulé et raisonné.

animal n'a un langage *raisonné*, c'est-à-dire, dont les divers sons expriment constamment et distinctement des idées générales. Cette faculté d'exprimer nos idées par des mots, assure seul l'exercice continuel de notre mémoire; et sans la mémoire, que serait le jugement? L'homme n'est un être raisonnable qu'au moyen de la parole. C'est la parole qui rend communes à toute l'espèce, les observations, les sensations et les découvertes de l'individu; delà naissent les sciences, les arts, la civilisation et la perfectibilité indéfinie du genre humain. Le langage considéré comme faculté morale et physique, paraît donc inné à l'homme; mais le choix des sons, leurs modifications, leurs combinaisons ont dû dépendre de la libre volonté des hommes; la logique naturelle y a sans doute influé, mais aussi les passions, mais aussi le goût, la délicatesse des organes, la nature du climat, la situation de la société.

Langues primitives. Les *langues primitives*, composées de peu de mots, simples comme les mœurs et les idées de ceux qui les parlaient, ont naturellement dû se perdre en se confondant avec les idiomes plus parfaits qui étaient sortis, comme les nations primitives se sont perdues en donnant naissance aux nations connues de l'histoire. Ainsi, le germe disparaît quand la plante élève dans les airs sa tête fleurie; ainsi, les premières racines tombent en poussière, tandis que l'arbre étend au loin ses branches verdoyantes.

Mais si la recherche de la langue primitive paraît aujourd'hui abandonnée de tous les vrais savans, ils ne désespèrent pas de fixer le nombre de

Langues-mères. *langues-mères*, c'est-à-dire, de celles qui, dans les mots principaux dont elles se composent, dans les inflexions grammaticales qu'elles admettent, et dans la syntaxe qu'elles suivent, nous offrent un caractère indépendant de toute autre langue. Ces langues-mères même, en présentant quelques traits d'une ressemblance éloignée, en rappelant obscurément la possibilité d'une origine commune, forment entre elles des

Familles de langues. *familles*, sans qu'aucune d'elles puisse prétendre à une prééminence d'antiquité.

En effet, à quel caractère reconnaîtrions-nous la haute antiquité d'une langue ? Doit-elle être composée principalement de *voyelles*, comme l'otaïtien, le zend, le basque ou ibérien, l'algonquin, le caraïbe, l'esquimaux ? Mais des langues toutes en voyelles, ne se ressemblent d'ailleurs sur aucun point. La langue la plus ancienne sera-t-elle *monosyllabique*, comme M. Adelung (1) voudrait nous le faire croire? Mais le chinois, le thibetain, le tonquinois et le siamois qui seraient dans cette supposition les langues primitives, ne présentent pour les sons aucune ressemblance, avec les idiomes des Celtes ou des Nègres. Si nous voulons examiner les langues sous le rapport de leurs formes grammaticales et de leur syntaxe, nous en trouverons d'un côté, dans lesquelles les rapports des genres, des personnes, des modes d'action et des temps, sont exprimés par les combinaisons les plus ingénieuses, les plus délicates et les plus profondes, comme dans le sanscrit, l'hébreu et le grec; de l'autre côté, nous en verrons où tous ces rapports, quoique toujours nécessaires à la pensée, ne sont rendus que par des alliances de mots vagues, obscures, puériles et arbitraires, comme dans le chinois, le celte, les idiomes des Nègres et ceux de la Nouvelle-Hollande. On dirait que ces dernières langues doivent être les plus anciennes, comme étant plus près de la *nature*, dans l'acception vulgaire de ce mot; cependant, l'histoire nous prouve évidemment que les Hébreux, les Indiens et les Grecs existaient au moins aussi anciennement que les Nègres, les Celtes et les Chinois.

Divers caractères de langues.

Il est donc indifférent par où l'on commence à compter les anneaux d'une chaîne qui se perd dans la nuit des siècles. Nous nommerons en premier lieu la famille des *langues indo-germaniques*, qui règnent depuis les bords du Gange jusqu'aux rivages de l'Islande. Les principaux genres de cette famille se suivent dans l'ordre géographique que nous allons indiquer. Le *sanscrit* a régné anciennement

Famille des langues indo-germaniques.

(1) *Mithridates*, ou Notice générale des langues, par *Adelung*. Deux vol. in-8. 1er vol., p. 1-20.

sur tout l'Indostan ; du sanscrit descendent le *dewanagara*, l'idiome le plus pur de l'Inde, le *tamulique* et plusieurs autres dialectes, parlés dans le Décan. Outre un certain nombre de racines que le sanscrit a de commun avec le grec, le latin, le slavon et l'allemand, il offre encore dans ses nombreuses déclinaisons et dans ses conjugaisons étendues, les rapports les plus frappans avec ces langues-mères de l'Europe, surtout avec le grec et le latin. La Perse nous présente trois langues anciennes : le *zend* qui paraît avoir été la langue sacrée, le *pelhwi*, langue de l'ancienne Médie ; et le *parsi*, idiome de la Perse, d'où descendent en partie le *persan* moderne et le *kurde*. Dans tout ce genre de langues, on retrouve beaucoup de mots germaniques ; la grammaire, infiniment moins riche et moins parfaite que celle du sanscrit, se rapproche sur plusieurs points du génie des langues allemande et anglaise ; les consonnes sifflantes, inconnues dans le sanscrit, se montrent déjà dans le parsi. Le genre des *langues grecques* est un de ceux dont nous connaissons le mieux les diverses espèces. L'hellénique propre avait trois dialectes, le *dorique* qui est entièrement éteint, l'*ionique* avec lequel le *grec moderne* paraît avoir le plus de rapports ; enfin, l'*éolien* qui, transplanté très-anciennement en Italie, donna naissance au *latin*. Au genre des *langues slavonnes*, qui par leurs déclinaisons et plusieurs autres traits se rapprochent du grec, appartiennent le slavon-illyrien, le polonais, le bohémien, le russe et les divers restes de la langue wende ; la langue des Daces et des Gètes était probablement une ancienne branche de ce genre. Dans le genre des *langues germaniques*, on aperçoit une très-ancienne division ; les langues *frisonne*, *francique*, *saxonne*, *anglo-saxonne* et *alémanique*, forment la branche *teutonique*, tandis que le *mœso-gothique*, conservé dans les évangiles d'Ulphilas, l'*islandais* et le scandinave moderne dans ses deux principaux dialectes, le *suédois* et le *danois* constituent la branche *gothique* ; ces branches diffèrent comme le grec et le latin.

Le sanscrit, le dewanagara, etc.

Le zend, le pelhwi, etc.

Langues grecques.

Langues slavonnes.

Langues germaniques.

A côté et même au milieu de cette grande famille, composée de langues-mères les plus parfaites, nous voyons d'autres familles également très-anciennes, mais qui, dans leur grammaire grossièrement combinée, n'offrent aucune ressemblance, ni entr'elles, ni avec les langues indo-germaniques. Telles sont dans l'occident de l'Europe les langues *celtiques*, dont les principales espèces sont l'*erse*, parlé encore en Écosse et en Irlande ; le *gallois* ou le *kymrique*, conservé dans la principauté de Galles, et le *celte* proprement dit, dont le bas-breton est un reste très-mélangé. Dans la péninsule Hispanique, il existait une langue ibérienne ou cantabre, dont le *basque* nous offre les restes intéressans, et qui, rivale de la celtique par sa simplicité primitive, en diffère totalement par les mots. Dans l'Italie et la Grèce, les langues *pelasge*, *thrace*, *illyrienne*, *étrusque* et autres, ont disparu avant d'avoir été observées par des philosophes. Peut-être l'*albanais* est-il un reste de l'illyrien.

Famille des langues celtiques.

Langue basque.

Langues pelasge, illyrienne, etc.

Des débris de toutes ces langues anciennes et de leur mélange avec le latin, ensuite avec les idiomes germaniques, slavons et même arabes, sont nés des *idiomes mixtes*, tels que le *valaque*, l'*italien*, le *provençal*, le *français*, l'*anglais*, l'*espagnol*, le *portugais*.

Langues mixtes.

Au nord-est de l'Europe, on aperçoit les restes épars de la grande famille des *langues scythico-sarmatiques*. C'est le *finnois* avec l'*estonien* et le *livonien* qu'on peut considérer comme le genre le plus distinct de toutes les autres langues du globe, ou du moins de toutes celles de l'Europe. Le *lappon*, le *permiaque* avec divers autres idiomes répandus le long des monts Uraliens et du Wolga, le *hongrois*, originaire de ces mêmes régions, offrent toujours des traits de famille. Mais dans le *lithuanien* et ses dialectes, nous voyons le phénomène d'une langue différente des langues indo-germaniques par ses racines, et qui cependant possède dans sa grammaire des finesses étonnantes, avec des sources inconnues aux autres langues scythiques, enfin, des rapports incontestables avec le grec.

Famille des langues scythico-sarmatiques.

Le lithuanien.

Le Caucase situé au centre des régions où dominent les langues indo-germaniques, loin de présenter une souche commune de ces langues, en interrompt la chaîne et nous offre dans le *géorgien*, le *circassien*, l'*arménien* et quelques autres idiomes singulièrement rudes et simples une famille ou plutôt un groupe de langues à part, langues peu connues et sans doute très-anciennes.

Langues caucasiennes.

Mais si nous étendons nos regards sur la Syrie, la Mésopotamie, l'Arabie et l'Abyssinie, la belle et intéressante famille des *langues araméennes* nous attache par l'éclat de leur ancienne civilisation : abondance des sons gutturaux, richesse immense de mots, inflexions multipliées du verbe, simplicité et même pauvreté sous les autres rapports grammaticaux, tels paraissent les caractères communs de ces langues, parmi lesquelles nous distinguerons l'*arabe* ancien et moderne, avec ses colonies, le *moresque* répandu dans toute l'Afrique septentrionale, le *geez* et l'*amharique*, dialectes parlés en Abyssinie, et les divers idiomes arabes qui s'étendent le long de la côte orientale d'Afrique ; l'*hébreu* dans ses diverses modifications depuis l'antique idiome de Moïse jusqu'au dialecte chaldaïque, samaritain et autres, aujourd'hui éteints, à l'exception du dialecte rabbinique ou l'hébreu moderne ; le *phénicien*, dont le *punique* ou carthaginois est la branche la plus célèbre, et dont le patois *arabe-maltais* conserve peut-être quelques restes ; le *syriaque* ou araméen proprement dit, enfin le *chaldéen*, différent de l'hébreu chaldaïque.

Langues araméennes.

L'arabe.

L'hébreu.

Le phénicien.

Comme la plupart des nations qui parlent ces langues descendent, selon Moïse, de *Sem*, on a voulu désigner cette famille sous le nom général de *langues sémitiques* ; on a également voulu donner aux langues indo-germaniques le nom de *langues japhétiques*. Mais, en admettant ces deux dénominations, on tombe dans l'inconvénient d'attribuer aux descendans de Cham toutes les autres langues, depuis le celte jusqu'au mexicain, et depuis le nègre jusqu'au chinois, malgré la différence originaire évidente de ces langues. Bornons-nous aux résultats de l'observation.

Sur la dénomination de langues sémitiques.

La famille des *langues de l'Asie orientale* ou des langues *monosyllabiques*, diffère entièrement de celle des langues indo-germaniques. Elle comprend le *thibetain*, le *chinois*, le *birman* dans les dialectes de Pegou, d'Ava et autres ; le *siamois* et l'*annamique* dans les dialectes de Camboge, de Tonquin et de Cochinchine. Toutes ces langues manquent plus ou moins de moyens pour marquer directement les cas, les genres, les nombres, les modes et les temps ; ceux qui les parlent, sont obligés de suppléer à l'absence des formes grammaticales et des règles de syntaxe par des intonations, des gestes, et par une sorte d'écriture hiéroglyphique.

Famille des langues monosyllabiques.

Le nord de l'Asie renferme trois ou même quatre genres de langues, infiniment supérieures aux idiomes monosyllabiques. Le *turcoman*, le *bucharien* et diverses *langues turques* ou *tatares*, parlées par les *Tatars* proprement dits, depuis la Crimée et Casan jusqu'au Tobol, et à Chiwa par les Turcs-Ottomans, autres tribus, se distinguent par un système grammatical assez complet, surtout à l'égard des conjugaisons, et par la faculté de composer des mots avec autant de liberté que le grec, le persan et l'allemand : on y trouve plusieurs racines germaniques. La *langue mongole*, pauvre en combinaisons grammaticales, a pourtant des déclinaisons complètes ; elle est riche en voyelles et en mots harmonieux. La *langue mantchoue*, quoique remplie de mots monosyllabiques, possède des formes grammaticales très-complètes et très-variées ; elle offre, chose singulière, quelques racines grecques et germaniques. Le *koréen* et le *japonais* paraissent tenir du mongole et du chinois. Le *tungonse* est un dialecte du mantchou, le *samoyède* en diffère. Cependant, on est tenté de croire que toutes les langues de l'Asie centrale et septentrionale, mieux connues, se rangeront dans une seule famille.

Langues turques et tatares.

Langue mongole, mantchoue, etc.

Les terres océaniques, depuis Sumatra jusqu'au-delà d'Otaïti, nous présentent une série d'idiomes qui tous ont des rapports avec le *malais*, langue de la péninsule

Famille des langues malaises.

orientale des Indes. Le même genre se retrouve à Madagascar, mais dans un état plus parfait, avec une grammaire plus combinée. Il y a sans doute plusieurs langues générales, répandues dans cet immense archipel. Le *tagalique* et le *bissago* des îles Philippines, se trouvent aux îles Moluques et aux îles Marianes; il y en a des traces à la Nouvelle-Zélande. Ces deux langues ont aussi des rapports avec le mantchou et le mongole. Le *taïtien* est répandu dans toutes les petites îles du grand Océan. Plus à l'ouest, les peuples nègres de la Nouvelle-Calédonie, de la Nouvelle-Guinée, de l'île Van-Diémen et de la Nouvelle-Hollande, parlent des idiomes qui probablement forment une ou plusieurs familles à part.

Langues tagalique, taïtienne, etc.

L'Océanique nous présente un usage singulier : les princes à leur avénement au trône, changent plusieurs mots du langage national. Cette institution se retrouve en Afrique. Les nombreux idiomes des sauvages seraient-ils donc, en partie du moins, des espèces d'*argots*, créés et adoptés par des familles isolées et obligées d'être en garde les unes contre les autres? Cette hypothèse offre beaucoup de vraisemblance.

Usage singulier.

Les langues de l'Afrique, extrêmement peu connues, ont paru innombrables à quelques voyageurs. D'autres pensent que cela n'est vrai que des idiomes des *nègres* proprement dits. En effet, depuis le Sénégal jusqu'au cap Nègre, le langage parlé varie souvent de village en village; les langues des *Yalofs*, des *Foulahs*, du pays de *Dahomey*, des royaumes de *Benin* et de *Congo*, ainsi que celle de la Nigritie intérieure, offrent pourtant les mêmes combinaisons de consonnes, et quelques mots communs. Dans le nord de l'Afrique, la langue des *Bréberes* ou de *Kabyles*, nous paraît le dernier reste des idiomes parlés le long du mont Atlas et de la Méditerranée; mais on n'en a que de faibles notions. Le *copte*, reste de l'ancien égyptien, est mieux connu; les recherches du jeune et savant *Quatremère* nous apprendront peut-être si cette langue n'est point en parenté avec celles des habitans originaires de la

Langues nègres.

Langue berbère.

Langue copte.

Nubie et de l'Abyssinie. Sur la côte orientale, depuis Magadaxo jusqu'au pays des Hottentots, les noms géographiques démontrent la généralité de la langue *caffre*, qui même, parmi les Betjouanas, conserve des traces évidentes d'un fort mélange avec l'arabe. A l'extrémité australe de cette partie du monde, les Hottentots parlent un idiome particulier, rempli de gloussemens et de battemens de langue, qui produisent des sons semblables à des cris d'oiseaux. Ces hommes ont la langue plus courte et plus épaisse que nous (1).

Langues caffres.

Le hottentot.

Serait-il possible que le caractère et le génie différent des langages humains, fussent les résultats d'une différence héréditaire dans les organes de la parole? Si l'on admettait ce principe, on pourrait en tirer des conclusions importantes. Par exemple, les Chinois, les Esquimaux et les Mexicains ne peuvent prononcer un *R*, ils le remplacent par un *L*; seraient-ils donc tous d'une origine commune? Mais gardons-nous de nous livrer avec trop de confiance à ces sortes d'analogies; elles pourraient conduire à des erreurs grossières. On a, par exemple, cru observer que la consonne combinée *mb*, qu'un Européen saurait à peine prononcer au commencement d'un mot, était commune aux langues des Nègres et des Américains méridionaux. L'observation est vraie, mais on ne saurait pas en conclure la commune origine de ces peuples, attendu que la confusion de *m* et *b* se retrouve dans le dialecte éolien (2), chez les anciens Grecs qui sans doute ne descendent ni des Péruviens, ni des Nègres. Il y a dans la Norvège des familles entières qui commencent tous les mots par les consonnes *ng*, si communes dans l'idiome des nègres d'Angola. La confusion du *b* et de *w*, se retrouve chez les Grecs, les Gascons et les Russes. Les sons gutturaux des Arabes se retrouvent dans l'allemand, langue d'une famille différente. Ces exemples prouvent qu'il est bien difficile de di-

Influence des organes sur les langues.

(1) *Lichtenstein*, dans les Archives ethnographiques, par *Vater* et *Bertuch*, I, 259 *sqq*. (2) Βαμμα pour βαββα. Μιλλα pour βιλλα. Le latin *mel* du grec μι, etc., etc.

tinguer ce qui, dans ces sortes de bizarreries, tient à des causes physiques et constantes, de ce qui ne dérive que des caprices de l'esprit humain. Revenons à l'énumération des idiomes.

Langues américaines

Les *langues amérieaines* ne sont guère mieux connues que celles d'Afrique. M. de Humboldt pense qu'il y a dans cette partie du monde, un très-grand nombre de langues indépendantes les unes des autres. Ce qui en a multiplié le nombre, c'est l'usage de chaque nation conquérante et de chaque dynastie d'introduire une nouvelle langue. Ainsi, les *Toultèques*, les *Huaztèques* et les *Aztèques*, ont fait dominer successivement la leur dans le Mexique. Ces langues dans lesquelles on a cherché péniblement quelques faibles rapports avec les idiomes mongoliques, ont une composition et une syntaxe très-compliquée. Les langues *chéroquèse*, *iroquoise* et *algonquine* ou *huronne*, paraissent être les plus répandues de celles qu'on parle entre la baie d'Hudson et le golfe du Mexique; elles sont pauvres et simples. La langue *esquimoïque* ou *grœnlandaise* répandue dans toute la région polaire, offre une structure bizarre par l'enlacement de plusieurs parties du discours en un seul mot d'une longueur démesurée. Dans l'Amérique méridionale, la langue *caraïbe* ou *galibe*, langue sonore et harmonieuse, domine au nord de la rivière des Amazones, comme autrefois dans les petites Antilles. Plusieurs anciennes langues policées ont disparu dans la Nouvelle-Grenade, le Quito et le Pérou; mais la belle langue inventée par les *Yncas*, le *quichua*, reste généralement en usage même parmi les Espagnols. La langue *guarane* s'est tellement conservée et répandue au Brésil et au Paraguay, que les Espagnols et les Portugais, dans plusieurs villes même, n'en parlent pas d'autre. Divers idiomes mal connus règnent dans le Chili et en Patagonie. Les Pécherais dans la Terre de Feu, ont un idiome tout à fait particulier.

Langue toultèque, aztèque, etc.

L'iroquois, l'algonquin, etc.

Langue caraïbe.

Langue des Yncas.

Langue guarane.

Telle est la série des principales langues parlées par l'espèce humaine. Quelle longue échelle depuis l'idiome du Nègre et du Chinois qui ne distingue qu'à peine le singu-

lier du pluriel, jusqu'à la langue grecque où la pensée la plus raffinée ou la plus approfondie rencontre toutes faites les formes qui peuvent la fixer? Il y a des langues qui n'ont aucune expression pour des objets étrangers aux sens extérieurs, tels que l'ame ou Dieu ; il y en a qui n'ont pas même de terme équivalent au verbe *être* ou au substantif *monde*. Mais si la métaphysique paraît refusée à la grande majorité du genre humain, tous les peuples, même les plus sauvages, ont le sentiment de l'existence des forces invisibles qui régissent la nature et les destinées. Les diverses manières dont les nations manifestent ce sentiment, constituent autant de *religions* diverses ; les actes extérieurs qui peuvent être le résultat de ces croyances religieuses, sont des *cultes*. Religions et cultes.

Le nom de Polythéisme est donné à toute religion qui admet plusieurs Dieux, quelles que soient la nature et la dignité qu'elle leur assigne. On en connaît plusieurs classes. La plus grossière de toutes est le *Fétichisme*, ou l'adoration des *Fétiches*. Par *Fétiche* (1) on entend toute sorte de choses animées ou inanimées, que les prêtres de ces religions font regarder aux sauvages comme des êtres enchantés ou doués de quelque force magique et divine. Ces superstitions, les plus absurdes de toutes, règnent parmi les nations abruties de la côte de Guinée, et chez beaucoup d'autres sauvages. Elles se sont mêlées à toutes les croyances religieuses. Le bœuf Apis et le chien Anubis, étaient peut-être des Fétiches des Égyptiens (2) ; la Pierre noire adorée à la Mecque avant Mahomet, et le dieu *Phallus* des Romains, l'étaient indubitablement. Fétichisme.

Le *Sabéisme* tient un rang plus élevé ; c'est l'adoration des corps célestes, du soleil, de la lune et des étoiles, soit séparément, soit tous ensemble. Ce système très-ancien, répandu sur toute l'étendue du globe, même au Pérou, s'est mêlé avec toutes les autres religions ; mais il Sabéisme.

(1) Mot qui vient du mot portugais *fetisso*.

(2) *Debrosses*, du Culte des dieux Fétiches, ou Parallèle de l'ancienne religion d'Egypte, etc., 1760.

n'existe plus sans mélange que chez quelques tribus isolées. Son nom vient des *Sabéens* ou *Sabiens*, ancien peuple de l'Arabie.

Les philosophes raisonnèrent sur les idées encore brutes de la multitude ; les législateurs en firent des instrumens de civilisation ou de servitude. Il se forma trois hypothèses sur la nature de l'univers : le *Matérialisme* ou le

Panthéisme, Dualisme, etc.

Panthéisme, crut que tout ce qui existe est pénétré d'un esprit divin ; le *Dualisme* admet deux êtres éternels, Dieu et la matière, le bon et le mauvais principe ; enfin, le système des *Émanistes* supposa que tous les êtres, les bons et les mauvais génies, étaient émanés d'un Dieu suprême (1).

Polythéisme.

Le Panthéisme, modifié par les lois nationales, et se confondant avec le Sabéisme, devint le *Polythéisme* raisonné ou mythologique. On peut classer sous ce nom toutes les religions, dans lesquelles les attributs de l'Être-Suprême sont personnifiés sous la figure des êtres divins séparés. Ces religions ne sont donc rien moins que barbares ou indignes de la raison humaine ; elles sont les plus favorables à la poésie et aux beaux-arts. Elles ont fleuri chez les peuples les plus civilisés de l'antiquité. Néanmoins, elles sont de plusieurs genres très-différens l'un de

Polythéisme égyptien ou Zoomorphisme.

l'autre ; on peut les réduire à *trois* classes. La plus grossière est la religion des *Égyptiens*, dans laquelle les attributs de la divinité étaient figurés sous la forme des animaux, ce qui, peut-être, tenait à leur écriture hiéroglyphique. On peut l'appeler *Zoomorphisme*. Dans la religion des Grecs et des Romains, la nature humaine, mais

Polythéisme grec ou Anthropomorphisme.

embellie, servit de type aux diverses personnifications de la divinité. C'était donc un *Antropomorphisme*. Elle variait à l'infini. L'adoration des héros nationaux modifia le Polythéisme des Grecs et des Romains. La vénération des morts, en général, née d'un sentiment naturel, se mêla à toutes les religions ; mais dans quelques-unes elle paraît

(1) *Cudworth*, System. intellect., chap. I-III. *Dupuis*, Origine des Cultes.

avoir joué le premier rôle. C'était le cas parmi les *Celtes*, qu'on range d'ailleurs parmi les Polythéistes. Chez d'autres nations, comme les Syriens, les Chaldéens et les Phéniciens, le culte des astres et des forces physiques de la terre, paraît avoir prédominé.

Dans la religion des Bramins, l'Être-Suprême lui-même est censé se déguiser sous diverses formes divines, humaines et animales. On sent qu'il serait possible de regarder cette croyance comme la source de toutes les autres, même du Fétichisme ; mais on soutiendrait avec un avantage égal que le Braminisme n'est qu'un Fétichisme ennobli. Toutes les erreurs se ressemblent. Quoi qu'il en soit, on peut qualifier la religion des Hindous de *Théomorphisme*. C'est de tous les cultes anciens celui qui s'est le mieux soutenu ; il règne encore parmi les Hindous. Deux de ses branches dominent sur le nord et l'est de l'Asie ; l'une est le *Schamanisme*, dont le chef est le *Dalaï Lama*, prêtre qui, en quelque sorte, est censé ne jamais mourir : cette religion, mêlée du Fétichisme, est répandue en Tartarie, Mongolie et Sibérie ; l'autre branche est le *Buddisme*, ou le système braminique, réformé par *Budda*, nommé aussi *Somonocodom;* il est suivi chez les Birmans, à Siam, à Ceylan. La religion ancienne de Japon est une sorte de Schamanisme, à côté duquel est venue s'établir la religion de *Fo*, qui est celle de la multitude à la Chine, et qui n'est qu'une branche de celle de Budda, mais dégénérée. Les prêtres sont nommés *Bonzes*.

Polythéisme des Bramins, ou Théomorphisme.

Schamanisme.

Buddisme.

Le système des deux principes, et celui des émanations, devaient naturellement se confondre, pour peu que les *Dualistes* accordassent de supériorité à l'un de leurs principes, ou pour peu que les *Émanistes* admissent la possibilité d'une révolte contre l'Être-Suprême. Voilà pourquoi les religions, dérivées de ces deux sources, se distinguent avec peine les unes des autres. Elles appartiennent même toutes ensemble au *Monothéisme*, si l'on convient d'appliquer ce nom à toute religion qui n'admet qu'un seul véritable Dieu, quelle que soit la foule de

Monothéisme.

génies, de fées, d'anges, de diables, dont on l'environne.

On connaît trois anciens systèmes religieux, qui ont pour base un *Dualisme* plus ou moins prononcé. Le premier est la religion des Mages, ou de Zoroastre, désignée aussi sous le nom du culte *Mithriaque*. Il y a un Être-Suprême, d'où sont émanés deux principes, l'un bon, *Oromasne;* l'autre mauvais, *Arimane;* ils se combattent; le bon remportera à la fin une victoire complète. Cette croyance, défigurée par les historiens grecs (1), se conserve encore parmi les *Parsis* ou *Guèbres*, dans l'Indostan.

Religion des Mages.

On connaît moins la religion ancienne des peuples esclavons; Biel-bog, le dieu blanc, et Czerno-bog, le dieu noir, paraissent y figurer comme deux puissances ennemies. Des monumens authentiques nous donnent une idée de l'Odinisme, qui régnait dans la Scandinavie; *Odin*, le chef de bons dieux; *Surtur*, le destructeur du monde, le mal physique, *Loke*, le mal moral, et tous les autres dieux sont dans la dépendance d'*Alfader*, ou le Père universel (2).

Religion des Slavons.

Odinisme.

A travers tant d'ingénieuses erreurs, ou de rêves bizarres, la céleste vérité se frayait en silence une route long-temps ignorée. Une petite nation reconnut l'utilité absolue de la Divinité pour base de sa religion. Le *Judaïsme;* dont plusieurs idées et images ressemblent à celles des Mages de la Perse, ou des prêtres égyptiens, se divise aujourd'hui en deux sectes principales, savoir : celle des Karaïtes, qui ne reconnaissent pour divin que les livres du Vieux Testament, et celle des Rabbinistes, qui attribuent au recueil connu sous le nom de Talmud, une autorité presque divine.

Judaïsme.

Le *Christianisme*, qui a pris origine dans le sein du Judaïsme, et qui, mêlé ensuite avec la philosophie platonicienne, modifié par les progrès de l'esprit humain, s'est divisé dans une infinité de systèmes, étend aujourd'hui sa

Christianisme.

(1) Voyez l'article *Perse*, vol. III de ce *Précis*. (2) Voyez l'article *Scandinavie*, vol. V de ce *Précis*.

bienfaisante influence sur les contrées les plus civilisées, et dans toutes les parties du monde (1).

L'église grecque ou orientale, qui se rapproche le plus du Christianisme des 5e et 6e siècles, est tolérée dans toute la Turquie, protégée en Hongrie, Esclavonie, Dalmatie, et dominante en Russie. Parmi ces branches, on distingue les Nestoriens dans la Turquie d'Asie, autrefois très-répandus en Tartarie, en Mongolie, et jusque dans la Chine; et les Monophysites, lesquels comprennent les Coptes en Egypte, et en Abyssinie les Arméniens et les Jacobites. Eglise grecque.

L'église latine ou occidentale s'est séparée en deux grands partis. Eglise latine.

L'église catholique, apostolique et romaine étend son empire sur la majeure partie de la France, sur l'Italie, l'Espagne, le Portugal, l'Autriche, l'Irlande, et dans les vastes colonies espagnoles et portugaises d'Amérique, d'Afrique et d'Asie. Le *Pape* en est le chef spirituel. L'église gallicane se distingue par ses libertés, qui opposent une barrière invincible aux usurpations du pape. Catholicisme.

Les Grecs-Unis, qui ont quitté l'église grecque orientale, forment une faible appendice à l'église catholique.

Les églises protestantes, d'après des nuances assez légères, se partagent en trois branches. Le Luthéranisme ou l'église évangélique domine en Prusse, Saxe, Hanovre, Danemarck, Norvége, Suède, Livonie. Le Calvinisme ou l'église réformée, domine principalement en Helvétie, dans quelques pays d'Allemagne, en Hollande; elle règne également en Écosse sous le nom d'église presbytérienne; les Anglais donnent à ses sectateurs le nom de Puritains. On compte parmi les Réformés, les Indépendans ou Congrégationalistes, qui dominent par le nombre dans les États-Unis d'Amérique; ils y ont plus de 1,000 paroisses. Protestantisme.

L'église anglicane ou épiscopale ne se distingue des

(1) *Brerewood*, Recherches sur la diversité des langues et des religions, trad. de l'anglais par *La Montagne*. Paris, 1640.

autres Protestans que parce qu'elle a maintenu l'hiérarchie épiscopale. Elle règne en Angleterre, et, quoiqu'en minorité, domine impérieusement en Irlande.

Sans embrasser aucun système de l'intolérance, et sans vouloir insulter à des hommes souvent respectables, nous donnons ici le nom de *secte* à tout parti religieux qui n'est devenu, dans aucun endroit, assez nombreux pour dominer dans l'État. Les principales sectes chrétiennes sont : les *Unitaires*, Sociniens ou Antitrinitaires, protégés en Transylvanie, dans la Pologne prussienne : un très-grand nombre de Catholiques, de Luthériens et de Calvinistes sont en secret attachés à ce système ; les *Arminiens* ou Remontrans, parti né en Hollande et qui s'est rapproché des Unitaires ; les *Mennonites*, d'abord connus sous le nom d'Anabaptistes, et décriés à cause de leur fanatisme, aujourd'hui les plus paisibles de tous les sectaires ; les *Baptistes*, parti nombreux en Amérique, où ils occupent 868 églises : ils ont quelque ressemblance avec les Anabaptistes ; les *Frères-Moraves* ou Hernhutiens, espèce d'association monastique, qui au reste suit les dogmes du Luthéranisme et répand les bienfaits de ses instructions douces et austères parmi les nations sauvages ; les *Quakers* ou Trembleurs, enthousiastes paisibles, nombreux en Amérique et en Angleterre ; les *Shakers*, les *Tunkers* et autres associations semblables aux Quakers ; les *Swédenborgiens*, secte mystique de Suède et d'Angleterre ; enfin les *Méthodistes*, qui se distinguent par une rigueur outrée en morale, et qui sont nombreux en Angleterre et surtout dans les États-Unis.

Sectes ou petites églises chrétiennes.

Le Christianisme, outre tous les ennemis sortis de son propre sein, a vu s'élever à côté de lui un rival d'abord dangereux et encore incommode, dans le *Mahométisme*, ou, d'après la façon de parler des Mahométans eux-mêmes, l'*Islam*, c'est-à-dire, l'église orthodoxe ; cette religion n'est qu'un mélange de Judaïsme et de Christianisme, avec quelques ornemens poétiques. La religion mahométane domine dans la plus grande partie de l'Asie et de

Mahométisme.

l'Afrique, ainsi que dans la Turquie d'Europe ; elle est tolérée en Russie. On distingue, comme parmi les Chrétiens, plusieurs partis. Les *Sunnites*, bien que partagés sur la discipline en quatre partis, s'accordent à mettre le livre des traditions ou la *Sunna* au nombre de leurs écritures saintes, et à regarder *Omar* et ses successeurs comme des *Califes* légitimes. Ce parti est le plus nombreux ; les Turcs en sont. Sunnites.

Le nom de *Schiites* veut dire séparatistes ; les Sunnites le donnent à tous ceux qui se sont séparés d'eux ; ils prétendent en compter 6 classes, chacune à 12 subdivisions, ce qui fait 72 sectes hérétiques ; car les Turcs ont vu comme *Bossuet*, que la multiplicité des hérétiques fournit un argument spécieux contre leurs doctrines. Mais, pour parler vrai, il n'y a parmi les Schiites qu'un seul parti considérable, c'est celui des *sectateurs d'Ali ;* ils dominent en Perse ; ils rejettent la Sunna. Schiites.

Il est difficile de rien dire de positif sur le nombre de sectateurs que compte chaque religion actuellement existante sur le globe. Un zèle maladroit engage les divers partis à exagérer leur nombre, comme si Sénèque n'avait pas eu raison de dire qu'une grande majorité est souvent un indice d'une mauvaise cause (1). Les incrédules surtout ont mis une importance ridicule à exagérer le nombre des Mahométans et des Païens. Nombre des individus de chaque religion.

Nous croyons qu'on peut adopter les sommes suivantes :

Le *Catholicisme.*	en Europe.	88 millions.	116 millions.
	hors de l'Europe..	28 —	
L'*Église grecque*..			70
Les *Églises protestantes*, etc.			42
Total du *Christianisme*.			228 millions.
Le *Judaïsme*.			4 à 5
Le *Mahométisme*.			100 110
Le *Braminisme*.			60
Le *Schamanisme*, ou la religion du Dalaï Lama.. . .			50
Le *Buddisme*, y compris la religion de *Fo*, etc. . . .			100
Le *Fétichisme*, et diverses autres croyances.			100

(1) *Argumentum pessimi, turba.*

Les langues et les croyances religieuses sont les liens de la *société morale*, qui souvent survit à la chute de la *société civile* et *politique*. Mais c'est celle-ci qui détermine la circonscription des états et des empires que la géographie politique est chargée de décrire. Il faut prendre une idée générale des formes variées de cette société.

Société domestique.

Les liens qui unissent le mari à l'épouse et les parens aux enfans, formèrent la famille ou la société domestique. Les rapports du maître au domestique, prirent déjà origine dans cet état de la société. Le faible ne pouvant se procurer un patrimoine ni s'y maintenir, a dû de bonne heure se décider à réclamer la protection du plus fort. Plusieurs familles, se trouvant *voisines*, durent après quelques disputes, s'accorder à rester en paix ensemble. Certaines règles s'établirent entr'elles : ce n'étaient point encore des lois, mais c'étaient des coutumes. La réunion de ces familles ne formait point un état, mais seulement une société civile.

Société civile.

Ces petites sociétés durent bientôt s'apercevoir que leurs coutumes et observances avaient besoin d'être fixées, de prendre le caractère de lois. Des hommes d'un génie supérieur devenaient les législateurs ignorés de ces hameaux ou villages. Dès que les rapports des hommes entr'eux furent fixés par des lois, la société politique exista.

Société politique.

Mais c'était une société sans gouvernement, et l'on tomba bientôt dans les maux de l'anarchie. Cette expérience apprit aux hommes qu'il fallait *une force physique* pour maintenir la force purement morale des lois ; ils établirent un gouvernement sous une forme quelconque. La convention, qui fixe les lois primitives de la société civile, s'appelle *pacte social*. Celle qui fixe l'existence de la forme d'un gouvernement et les rapports qui en découlent, s'appelle *constitution*. Par cette dernière convention, la société civile se constitue en Etat, ou si l'on veut en *République : car ce dernier mot tiré du latin* (1),

Etats ou républiques.

(1) *Res publica*, la chose publique, l'établissement public par excellence.

signifie originairement toute société civile ayant un gouvernement et des lois, sans égard à la forme.

Un gouvernement est l'unité de forces physiques, établie par la volonté de la société civile pour maintenir les lois et la constitution. La force du gouvernement, régularisée par les lois constitutives, s'appelle le *suprême pouvoir*. Le *suprême pouvoir* peut être subdivisé en différentes branches; comme par exemple, le pouvoir législatif, subdivisible en pouvoir proposant, délibérant et décrétant; le pouvoir exécutif, subdivisible en pouvoir administratif, judiciaire, militaire, et de suprême inspection. Ces divisions sont *en partie* arbitraires. La manière dont le suprême pouvoir est organisé, subdivisé, concentré, s'appelle *forme de gouvernement*. Le *suprême pouvoir* représente la souveraineté nationale, qui n'est autre chose que le suprême pouvoir non organisé, existant dans les mains d'une société civile sans gouvernement. Suprême pouvoir.

Les formes de gouvernement sont innombrables, mais nous indiquerons les plus connues, en allant depuis l'état de *la plus grande dissémination* physique *des pouvoirs*, jusqu'à celui de *leur plus grande concentration*. Ces deux extrêmes se rapprochent plus qu'on ne pense; ce sont deux anneaux d'un cercle, qui se touchent. Formes de gouvernement.

La démocratie pure est un Etat où le suprême pouvoir est immédiatement exercé par la majorité de la nation. Cette forme de gouvernement diffère de l'état de la société civile primitive, dans laquelle tous règnent également. La démocratie commissoriale est un Etat où le suprême pouvoir est exercé par un conseil immédiatement choisi du peuple, révocable, responsable. De semblables fonctionnaires ne sont donc point les *représentans* de la nation, mais seulement ses mandataires, ses commis. On appelle démocratie représentative, un Etat dans lequel le suprême pouvoir est exercé par des magistrats choisis par le peuple, qui le représentent, et qui, par conséquent, pris collectivement, sont souverains et non responsables. Cette forme se divise en démocratie représentative pure, lorsque le Démocratie.

peuple choisit immédiatement ses représentans ; et en démocratie représentative électorale, où il y a des corps électoraux élus par le peuple, et qui choisissent les représentans.

Aristocratie. L'*aristocratie élective* se rapproche des démocraties représentatives. C'est un Etat où le peuple, immédiatement ou médiatement, choisit ses magistrats non pas indistinctement parmi les citoyens, mais parmi une certaine classe déterminée par la loi. L'aristocratie élective est pure ou libre, lorsque le peuple a créé la classe privilégiée ou le corps aristocratique, lorsque l'entrée de ce corps est ouverte à tous les citoyens, lorsque les membres de ce corps sont soumis à l'action du suprême pouvoir dans les mains du peuple. L'*aristocratie* simple est un Etat où le peuple a choisi à perpétuité, pour son représentant plénipotentiaire, un corps qui gouverne et se renouvelle sans le concours du peuple. On appelle *aristo-démocratie*, toute forme de gouvernement, composée de celles que nous venons de nommer. Lorsque la partie aristocratique semble dominer, on a l'*aristocratie tempérée*, et dans le cas contraire, c'est la *démocratie tempérée*. L'immortelle Rome était, depuis l'expulsion des Tarquins, une *aristocratie héréditaire oligarchique*, qui se changea peu à peu en *aristo-démocratie*, composée de tous les genres. Les *patriciens* étaient le corps aristocratique héréditaire ; le *sénat* une aristocratie élective libre ; les assemblées du *peuple* représentaient la démocratie.

Monarchie démocratique. La *monarchie démocratique* est une démocratie quelconque, où le suprême pouvoir est en partie exercé par un seul individu, et en partie par un corps démocratique. Comme le pouvoir suprême peut être divisé de plusieurs manières, il est impossible de fixer le nombre de tous les genres de *monarchie démocratique*. Elle peut être *héréditaire*, lorsque la nation a choisi une certaine famille ; ou *élective*, lorsqu'à chaque vacance on choisit le monarque. Les élections peuvent dépendre du peuple, d'un corps électoral, d'un seul électeur. Ces variations sont co

munis à d'autres genres de monarchie. Le *pouvoir législatif* peut être partagé entre les mandataires du peuple et le monarque, ou il peut appartenir aux premiers seuls. Les pouvoirs *judiciaire* et *militaire* peuvent être dépendans du monarque ou du corps de la nation. Le corps démocratique même peut être choisi sans ou avec participation du monarque.

Monarchie aristocratique.

La *monarchie aristocratique* est un Etat où les branches du suprême pouvoir sont partagées entre un monarque et un corps aristocratique. Ce dernier corps peut être une aristocratie élective libre, lorsqu'une assemblée des représentans, choisis par le peuple, est placée à côté du monarque; une aristocratie élective héréditaire, choisie ou par le peuple, ou par le monarque, ou par tous les deux conjointement; enfin, une aristocratie pure et perpétuelle, qui est indépendante à la fois du peuple et du monarque. Telle était la noblesse, dans la plupart des Etats européens, avant l'époque actuelle.

La *monarchie aristo-démocratique* est un gouvernement composé d'un monarque, d'un corps aristocratique et d'un corps démocratique. On entend ordinairement par gouvernement mixte, une semblable monarchie. Les différentes combinaisons de cette forme sont tellement multipliées, qu'il est impossible de les classer.

Monarchie absolue.

La *monarchie pure ou absolue* est un Etat dans lequel le suprême pouvoir est tout entier confié à un seul individu, ou, en d'autres termes, un Etat dans lequel la majorité de la nation est représentée par un seul individu. La monarchie absolue diffère du *despotisme*, en ce que le monarque tient son pouvoir de la nation, par consentement ouvert ou tacite; le despote au contraire, prétend le tenir de Dieu ou de son épée. La *dictature* était une espèce de monarchie absolue, élective et temporaire dans la république romaine.

Anarchie.

Le mot *anarchie* dit simplement absence du gouvernement. En prenant le mot gouvernement dans son sens véritable et honorable, il est évident que l'anarchie peut

exister de deux manières : 1° par la non existence d'un pouvoir suprême quelconque dans la société civile ; 2° par la prédomination d'un pouvoir illégitime qui n'est pas un gouvernement.

L'anarchie peut se modifier de mille manières. Voici celles qu'il est utile de remarquer et de définir.

Ochlocratie. *L'ochlocratie* ou l'anarchie populaire existe lorsqu'une multitude, une tourbe quelconque s'empare d'un suprême pouvoir illégitime. Donc, la *majorité* même, lorsqu'elle n'est pas légalement constituée souveraine, ne peut exercer qu'un pouvoir anarchique.

Oligarchie. *L'oligarchie* a lieu lorsqu'un petit nombre d'individus ou de familles, sans être choisis par le souverain constitutionnel, exercent le suprême pouvoir. Elle diffère donc de l'*aristocratie* pure.

Démagogie. La *démagogie* existe lorsqu'un ou plusieurs individus, sans vocation légitime, mènent le peuple à leur gré, en exerçant réellement le pouvoir qu'ils semblent laisser dans la main de la multitude.

Le terme de *tyran* signifiait originairement chef ou monarque : Virgile l'emploie deux ou trois fois dans ce sens honorable ; mais dans la suite il fut restreint à dénoter *celui qui dans une république usurperait le pouvoir monarchique absolu :* c'est-là le sens ordinaire du mot chez les auteurs grecs et romains. Chez les modernes, on a réservé ce terme pour les abus violens et cruels de l'autorité dans tous les genres de gouvernement.

Despotisme. On a encore mal à propos confondu le mot *despotisme*, tantôt avec celui de *tyrannie*, tantôt avec celui de *monarchie absolue*. Le *despotisme* est un pouvoir absolu qui n'a point d'origine légale, et qui par conséquent ne reconnaît point de bornes. Le despote se prétend *maître* de son pays, de ses sujets, comme un particulier l'est de sa terre, de son bétail. Le despotisme n'est pas nécessairement *tyrannique* ou cruel et violent ; il n'est pas absolument incompatible avec quelques *formes administratives* et quelques *institutions* qui appartiennent proprement aux Etats réguliers ou même aux républiques.

Nous ne devons pas classer parmi ces formes de gouver-

nement ou d'anarchie, créées par l'homme, l'Etat singulier qu'on nomme *théocratie* : « C'est, disent les théolo- Théocratie.
» giens, un gouvernement institué par Dieu lui-même,
» et dans lequel les prêtres-magistrats règnent au nom
» de Dieu ». Telle était la constitution du peuple Juif. Chez eux, la théocratie était unie à la démocratie et ensuite à la monarchie. Les papes dans le moyen-âge cherchaient à établir une théocratie sur une plus grande échelle.

Nous devons encore remarquer *les systèmes fédératifs*, Système fédératif.
qui sont des réunions de plusieurs Etats indépendans sous une autorité supérieure choisie par eux, et qui ont des pouvoirs plus ou moins étendus pour maintenir parmi eux l'ordre, et pour les défendre contre des ennemis externes. On peut dire qu'une confédération dans laquelle tous les membres sont égaux, est une démocratie d'Etats. Telle est celle d'Amérique. Cependant il y a eu des confédérations avec un chef; le ci-devant empire germanique était de cette nature. Les confédérations ont quelquefois des *sujets* en commun. Les Suisses en avaient sur ce pied plusieurs districts.

La Géographie politique considère dans les sociétés humaines, outre le lien général ou la forme du gouvernement, les liens particuliers qui attachent les individus à la société, et qui résultent de la position assignée à ces individus, ou de la division en *classes* et *ordres*.

Dans l'état le plus sauvage, l'homme isolé se procure Origine des classes sociales.
immédiatement le peu qui lui est nécessaire, ou qui tente ses désirs. Dès que les familles commencent à se rapprocher, elles se réunissent pour des travaux communs; mais lorsque le nombre des familles augmente, la société plus forte se partage les travaux. Les différens produits de chaque travail sont dès-lors échangés réciproquement. Ces échanges n'étant pas sans incommodité, on réfléchit sur les moyens de les abréger et faciliter. On choisit pour mesure de comparaison entre les valeurs, ou quelque article généralement recherché, comme le blé, le bétail ou quelque matière réputée précieuse, telle que l'or et

l'argent. Ce signe devient *monnaie*, les productions deviennent *marchandises;* au lieu de les troquer, on les *achète*. Maintenant, quelques esprits observateurs s'aperçoivent qu'on peut gagner sur l'achat et la vente; ils se font entremetteurs entre les acheteurs et les débiteurs; voilà le commerce qui prend son premier essor. Bientôt les fonctions d'administrer ou de défendre l'Etat, deviennent trop pénibles et trop compliquées pour pouvoir être remplies gratuitement : on salarie les *fonctionnaires*, au lieu de guerriers, on a des soldats. En même temps, chaque pouce de terrain a reçu son maître; toutes les propriétés ont été fixées; elles ont passé d'une main dans l'autre; le hasard a favorisé l'un, l'adresse a servi l'autre. Ceux qui ont été malheureux ou maladroits, se trouvent donc dans l'impossibilité de rien produire par eux-mêmes; ils louent leurs forces ou leur adresse à d'autres.

Voilà le cercle social parcouru tout entier; nous indiquerons maintenant les diverses classes qui en résultent.

Classe productive.

La classe productive comprend tous ceux qui tirent de la terre ou d'un autre élément quelconque des productions utiles à la société : cultivateurs, pêcheurs, chasseurs, vignerons, mineurs et autres. Il y a des peuples composés en totalité d'une ou plusieurs classes productives; tels sont les peuples pasteurs ou *nomades*, les peuples pêcheurs ou *ichtyophages*. Dans les Etats civilisés, il existe une classe productive toute particulière. Le savant qui agrandit l'empire des idées et l'homme de lettres qui ennoblit les sentimens et les mœurs, ne produisent-ils pas de véritables richesses nationales, des richesses d'un prix inestimable et d'une durée éternelle ?

Classe industrielle.

La classe industrielle renferme ceux qui, en perfectionnant ou combinant des produits bruts, en composent des produits artificiels. Quand ces travaux demandent éminemment de l'esprit et du goût, ils méritent le nom de *beaux arts;* quand ils exigent principalement une habileté corporelle, ils s'appellent *arts mécaniques*. Une *manufacture* est un établissement où un art est exercé en grand.

Le nom de *fabrique* semble surtout désigner un de ces établissemens, où l'on emploie de grands instrumens et des moyens violens.

La *classe commerciale* se compose des *commerçans* proprement dits, qui vendent et achètent en gros et en détail, les produits de la nature et de l'art ; des divers genres de *commissionnaires* qui facilitent l'exécution des achats et des ventes, des *banquiers* et *agens de change* qui bornent leurs opérations aux signes représentatifs des marchandises; enfin, des *navigateurs* et *voituriers*, en tant que ceux-ci, propriétaires de leurs moyens de transport, ne rentrent pas dans la classe des mercenaires. Classe commerciale.

Nous réunissons dans une seule classe les *fonctionnaires* et *employés* publics avec la force armée de terre et de mer. Ne sont-ils pas les uns comme les autres investis d'une partie plus ou moins grande de la force sociale? Ne sont-ils pas les agens du suprême pouvoir? Classe des employés publics.

La dernière classe comprend les *mercenaires* de toute espèce qui louent leur travail à d'autres particuliers ou principalement à la société ; elle se compose des journaliers et des domestiques. Cette dernière classe est surtout nombreuse dans les Etats où règne un grand luxe. Classe des mercenaires.

La proportion numérique dans laquelle ces classes se trouvent dans un Etat, est une des questions les plus intéressantes de la *statistique*. C'est d'après cette proportion qu'on donne à telle ou telle nation le nom de *peuple agricole ;* à telle autre, celui de *peuple commerçant*.

Les *classes* naissent de la nature même de la société, mais les *castes* et les *ordres* sont créés par des lois et des institutions. On entend par *caste* une classe héréditaire, qui est chargée exclusivement d'un genre d'occupation. Ce système de division existait dans l'Inde, la Perse, l'Arabie-Heureuse et l'Egypte ; on l'explique d'une manière très-vraisemblable par la différence originaire des tribus primitives dont la réunion forma la nation ; la caste des prêtres et celle des guerriers en Egypte, étaient probablement deux tribus policées qui vinrent subjuguer quel- Castes.

ques hordes d'agriculteurs et de pasteurs ; le vainqueur dédaigna de se mêler avec les vaincus, et plus tard, les législateurs consacrèrent une division que le hasard avait établie (1). Les *ordres politiques* dans les Etats d'Europe diffèrent essentiellement des castes, en ce qu'ils n'ont pas d'occupation qui leur soit exclusivement réservée, ou s'ils en ont, comme le *clergé*, ils ne sont pas héréditaires. Dans le moyen-âge, quand les armées consistent en cavalerie, la *noblesse* se rapprochait beaucoup de la nature d'une caste ; aujourd'hui, ce n'est qu'un ordre d'Etat.

Ordres d'Etat.

La *bourgeoisie* ou le *tiers-Etat* (2) et les *paysans*, forment dans quelques Etats des ordres reconnus par la constitution ; en Suède, l'ordre des paysans est très-influant, il était de même dans le Tyrol avant les derniers événemens ; mais il y a encore quelques pays où les cultivateurs, soumis au joug de la servitude personnelle, forment une véritable caste, condamnée à une abjection éternelle.

Dans les Etats despotiques, comme en Turquie et en Chine, il n'y a point d'ordres, l'esclavage rend tous les individus égaux. En Europe, c'est l'esprit de corps des ordres d'Etat, c'est l'équilibre résultant de leurs prérogatives, opposées entr'elles et au suprême pouvoir, qui garantissent la liberté politique. C'est donc en décrivant l'Europe que nous ferons connaître les institutions de chevalerie, les distinctions honorifiques et d'autres institutions qui ont pour but, soit de marquer les degrés dans la société, soit d'en rendre la distance moins sensible.

Dénominations des souverainetés.

Il serait de peu d'intérêt de compter combien il y a de dénominations usuelles pour désigner les divers Etats existans sur le globe. L'emploi des termes d'*empire*, de *royaume*, de *sultanat*, de *khanat* et autres, s'apprendra successivement dans la partie descriptive de cet ouvrage. Il serait également inutile de nous livrer ici à des consi-

(1) Comp. *Heeren*, Idées sur la politique et le commerce des anciens, I, 361 (en all.). (2) *Tiers-État*, ou plutôt *tiers état*, c'est-à-dire, *tertius status*, le troisième ordre.

dérations sur les *titres* que prennent les chefs des Etats, depuis le modeste président des Etats-Unis, jusqu'au superbe empereur de la Chine, qui se dit fils du Ciel, et qui pourtant n'est que le faible imitateur des monarques persans qui s'intitulaient *Rois des Rois, princes des étoiles, frères du soleil et de la lune* (1). Les vains sons n'influent point sur la prospérité ni sur la puissance des Etats (2). La Géographie politique ne s'occupe aussi qu'en passant des *armes* et des *couleurs* par lesquelles les divers Etats marquent leurs drapeaux, leurs pavillons et leurs poteaux de frontière.

Titres des chefs des Etats.

Armes.

C'est un objet bien plus grave de connaître les *forces* matérielles des Etats. C'est le but particulier d'une vaste science, nommée *arithmétique politique* (3); mais les résultats de cette science doivent figurer dans les descriptions de la Géographie politique.

Forces de l'Etat.

Le premier élément est la valeur du territoire et de ses productions. Ici, les divers objets des trois règnes de la nature sont classés d'après leur utilité dans la vie, et leur valeur comme marchandise. Les gouvernemens eux-mêmes ne connaissent que par approximation la valeur de ce que produisent l'agriculture, la pêche, la chasse et les mines, et quelle est la proportion exacte de ce que leur nation vend à d'autres et de ce qu'elle achète. Souvent les gouvernemens ne publient pas même les renseignemens imparfaits qu'ils possèdent à cet égard. La Géographie politique ne peut donc pas absolument garantir les tableaux de productions, d'exportations et d'importations qu'elle est obligée de recueillir avec tant de peine. Pour rendre pourtant ces indications aussi utiles que possible, il faut qu'elle fasse connaître les valeurs dans lesquelles les tableaux de ce genre sont calculés; les *monnaies*, les *poids* et les

Valeur du territoire.

(1) *Ammian. Marcell.*, XVII, 5, XXIII, 6.

(2) *Becmanni*, Syntagma dignitat. illust. Dissert., III, cap. 3.

(3) Voyez les ouvrages de *Young*, de *Petty*, etc., cités p. 561 et 562. Les Traités généraux de *statistique*, par *Achenwall*, *Toze* et *Mensel*, (en all.).

mesures de chaque pays. Cet objet qui varie d'État en État, ne doit nous occuper que dans les descriptions spéciales.

Industrie, commerce, manufactures.

Au second rang, parmi les élémens de la force publique, on doit placer l'*industrie* commerciale et manufacturière; c'est elle qui accumula sur le rocher de Tyr, sur les arides coteaux de l'Attique, sur les plages sablonneuses d'Alexandrie, les trésors du monde ancien; c'est elle qui, dans les temps modernes, fit la grandeur de Venise et de la Hollande. Ici, la Géographie politique doit remarquer la situation des côtes maritimes d'une contrée, le nombre et la nature de ses ports, l'état des grandes routes, celui des canaux de navigation, objets qui tous influent très-directement sur la prospérité industrielle, à laquelle un pays peut atteindre. Il faut encore faire attention aux diverses institutions commerciales, telles que les grandes *banques* nationales qui servent à l'échange rapide des signes représentatifs des marchandises, et les *compagnies* et *sociétés de commerce*, parmi lesquelles il y en a qui possèdent en souveraineté de vastes provinces hors de l'Europe.

Population.

La *population* d'un État est le troisième élément de sa force. Nous avons vu, dans un Livre précédent, que les rapports entre les décès, les naissances et le nombre des vivans, font deviner à peu de chose près la population d'une contrée; mais les *recensemens* seuls la font connaître avec certitude. Même lorsqu'on a des recensemens authentiques, il convient de ne pas s'y fier aveuglément. Souvent on compte deux fois les mêmes individus, ce qui arrive toutes les fois qu'on fait le dénombrement des campagnes *en été*, et celui des villes *en hiver*; cette erreur est très-commune.

Recensement.

Le nombre des habitans est la base de tout bon système de finances: plus il y a d'individus, pourvu qu'ils aient de quoi se nourrir, plus le commerce et les manufactures peuvent prendre d'essor, et par conséquent plus les revenus s'augmentent. C'est également sur le nombre d'habitans que se mesure celui des troupes. On compte que les hommes capables de porter les armes, sont environ la

quatrième partie de tous les habitans. Mais le plus grand effort qu'un Etat, même le plus militaire, puisse faire dans un cas de nécessité extraordinaire, c'est d'armer la huitième partie de la population; même on n'en connaît aucun exemple dans l'histoire moderne.

Rapport de la population à l'étendue du territoire.

Observons encore que plus une masse est concentrée, pourvu qu'elle ait l'espace nécessaire pour se mouvoir, plus elle acquiert d'énergie. Donc un petit pays, bien peuplé, est, proportion gardée, plus puissant qu'un vaste Etat dépourvu d'habitans. On regarde un pays comme étant bien peuplé, lorsqu'il compte 5 à 600 habitans par lieue carrée (anc. mes.). L'Angleterre proprement dite est peuplée à raison de 900 par lieue carrée; mais l'Irlande et l'Ecosse offrent des proportions moins favorables. La Hollande avait, avant les troubles de 1788 et les révolutions qui les ont suivis, 4,414 habitans par mille géographique carré; ce qui fait 1,226 par lieue carrée. L'île de Malte est probablement la contrée la mieux peuplée : elle avait plus de 4,000 ames par lieue carrée; mais ces phénomènes ne sont que des exceptions locales très-rares. Au contraire, il est assez ordinaire de trouver, dans la Russie d'Europe, des gouvernemens qui n'ont pas 100, pas même 50 habitans par lieue carrée (1).

Revenus de l'État.

Les *revenus de l'État* varient selon le capital qu'il possède en territoire, productions et hommes. Ce sont à proprement parler, des intérêts que l'Etat prélève sur les revenus de tous les particuliers. Les essais que l'arithmétique politique a faits pour évaluer les revenus de toute une nation, n'ont jusqu'ici produit que des résultats très-incertains. La Géographie politique se borne à indiquer la somme des revenus de chaque Etat, et les principales sources d'où ils découlent; ces indications sont fournies dans plusieurs Etats par le *budjet* annuel; c'est ainsi qu'on appelle le tableau des finances, soumis à l'approbation

(1) *Büsching*, Introduction à la connaissance géographique des États de l'Europe.

du corps aristocratique ou démocratique, participant à l'exercice du suprême pouvoir. Toutefois, comme ce tableau est quelquefois destiné à contrebalancer les idées défavorables que pourrait faire naître l'accumulation des *dettes publiques de l'Etat*, il arrive que la politique y étale des recherches imaginaires.

Dettes de l'Etat.

Dans les monarchies absolues, ces faux calculs sont superflus, mais les vrais restent souvent ensevelis dans les bureaux ministériels, jusqu'à ce qu'un heureux hasard ou la volonté d'un souverain éclairé les livre à une utile publicité. Comme ce n'est qu'en Europe qu'il existe un véritable *système de finances*, c'est dans la description de cette partie du monde que nous indiquerons les diverses espèces d'*impôts* et de *contributions*, et toutes ces circonlocutions ingénieuses sous lesquelles les gouvernemens civilisés déguisent la phrase : donnez-nous de l'argent ; tandis que les chefs de nations barbares enlèvent *in naturâ*, et le plus souvent d'une manière arbitraire et désordonnée, les objets dont ils ont besoin.

Force armée

La *force armée* de mer et de terre, est malheureusement, mais nécessairement le principal objet des soins d'un gouvernement quelconque.

Les tribus sauvages, et même quelques peuples à demi-policés, ont la coutume de marcher à la guerre, tant qu'il y a des hommes capables de porter les armes. Rien ne les empêche de faire ainsi, car la pêche et la chasse sont des métiers qu'une nation sauvage transporte avec elle. Pour l'agriculture et le soin des bestiaux, les femmes peuvent y suffire, mais dès que les travaux sont multipliés et divisés, c'est-à-dire, dès qu'il y a des classes productives, industrielles, commerçantes à part, il est impossible de faire armer ni combattre une nation *en masse*, sans ruiner entièrement des métiers et des travaux nécessaires à sa subsistance. Il a donc fallu créer une classe uniquement destinée au métier de la guerre ; telle était, dans le moyen âge, la destination de la noblesse et de la chevalerie ; mais l'invention de la poudre et de l'artillerie, l'introduc-

tion d'un nouveau système de fortification, le perfectionnement de la tactique, changèrent l'art presque mécanique de la guerre en une vaste et profonde science, qu'il faut étudier pendant de longues années. Cette considération, fortifiée par des motifs d'ambition et de politique, donna lieu à rendre l'établissement temporaire des armées stable et *permanent*. Les puissances européennes ont, depuis plus d'un siècle et demi, des troupes toujours sur pied, prêtes à marcher au premier signal. Leur entretien absorbe aujourd'hui le tiers, et souvent la moitié de tous les revenus publics.

Forces de terre.

Les *forces de terre*, ou l'*armée*, se compose de trois parties ou armes différentes, principales, avec leurs subdivisions, savoir, l'*infanterie* ou les combattans à pied, la *cavalerie* ou les combattans à cheval, l'*artillerie* qui dirige l'emploi de ces machines meurtrières, d'où dépend le sort des batailles, et le *génie* qui calcule la défense ou l'attaque des places fortifiées. Il ne suffit pas d'indiquer dans la description d'un royaume, le nombre et l'emplacement des forteresses; les passes ou défilés les plus importans, ainsi que le nombre de troupes qu'il a sur pied; il faut encore dire si ce sont des *troupes régulières* ou des bandes sans discipline et sans science, dont le nombre n'est redoutable que sur le papier; il faut indiquer les avantages et désavantages physiques de la frontière d'un Etat.

Marine militaire.

De même il ne suffit pas de connaître le nombre de *bâtimens de guerre* dont se compose la marine ou la flotte d'une nation. Il faut encore savoir si elle possède un nombre suffisant d'officiers habiles et de matelots expérimentés; il faut observer si elle domine sur de vastes côtes, garnies de bons ports, ou si elle ne touche à la mer que par quelques points isolés. D'après les circonstances, un Etat a besoin d'une flotte de *vaisseaux de ligne* et de *frégates* pour se battre en pleine mer, ou seulement d'une *flottille de chaloupes canonnières* pour défendre ses côtes, ses détroits et ses ports.

Flotte et flottille.

Enfin, les Etats ont encore, outre leurs forces propres

et spécifiques, une force de situation qui dépend de leurs *relations extérieures*, et surtout des alliances soit diplomatiques, soit naturelles, qui les rendent matériellement amis ou ennemis. La balance qui résultait des alliances des diverses puissances de l'Europe, était appelée l'*équilibre politique*; les événemens l'ont fait disparaître, du moins en partie et pour un temps, mais il est encore utile d'en examiner les principales bases, ce que nous ferons dans la description de l'Europe.

Relations extérieures.

Etat moral.

L'*état moral* d'une nation est le résultat de tous ces rapports politiques et sociaux que nous venons d'indiquer. Cet état se manifeste par divers traits dont la Géographie politique a soin de recueillir les plus marquans.

Habillement Parures.

La manière de s'habiller est plus qu'un simple objet de curiosité; l'ample habit des Orientaux et le vêtement serré de l'Européen, influent sur la constitution physique et morale des nations; la nudité de certaines nations leur procure des avantages corporels, une légèreté, une force, une santé robuste inconnues aux nations vêtues, mais avec ce besoin de moins, on a moins d'industrie et un esprit moins éveillé. L'usage de se peindre, soit en gravant des figures dans la peau, soit en la couvrant simplement d'un enduit colorant, marque l'enfance de la civilisation et le premier essor de la vanité, mère du luxe. Souvent aussi, les rangs et dignités sont indiqués par le vêtement ou la parure; une *pagne* particulière est l'emblème de la royauté à Otaïti. Les prêtres Siamois se réservent le droit de se faire raser les sourcils; un collier de dents humaines, est la décoration des plus nobles d'entre les nègres.

Habitations.

Les habitations ordinaires d'un peuple, indiquent presque infailliblement le degré de civilisation auquel il est parvenu. On pourrait partager le genre humain en quatre classes, d'après les quatre genres d'habitations que voici: 1° Cavernes dans les rochers et sous terre: ceux qui en font leur demeure ordinaire, sont appelés *peuples troglodytes*; 2° Cabanes de terre, de branches d'arbres, de pierres ou de quelqu'autre matière brute ou grossièrement travaillée;

3° [illegible] ces mobiles demeures paraissent préférables à nos p[illegible]lais aux yeux des peuples nomades ou pasteurs; 4° Maisons, qu'on pourrait définir cabanes perfectionnées; car même la plus superbe colonnade n'est qu'une imitation ennoblie des poutres grossières qui soutenaient le toit de chaume. On trouve en Europe des maisons construites de poutres non équarries, de poutres équarries et garnies de boiseries, d'argile battue et de bois équarri, de briques et de bois, de briques seules, de pierres brutes, de pierres de taille et de marbre.

Villes, bourgs, villages.

Le nom de *ville*, à parler rigoureusement, n'est pas donné à un assemblage de maisons en raison de l'étendue ou de la population, mais en vertu des priviléges dont l'endroit jouit. Le droit d'exercer le commerce, les arts et les métiers, voilà ce qui distingue dans la plupart des pays les villes des *villages*. Les villages sont quelquefois plus grands que plusieurs villes, par exemple en Silésie; mais ils n'ont ordinairement aucun privilége qui les distingue du reste des campagnes. Les *bourgs* sont des endroits qui jouissent d'une partie des droits accordés aux villes. Au reste, ces mots prennent différens sens, selon les lois et les usages de différens pays.

Ustensiles et instrumens.

Les *ustensiles* et *instrumens* ne sont pas des objets moins dignes de l'attention d'un observateur philosophe. Les arcs, les javelots, les filets des sauvages méritent souvent d'être remarqués comme ouvrages d'une patience et d'une adresse admirables.

Nourriture.

La *nourriture* des diverses nations paraît un objet de peu d'importance à l'Européen, accoutumé à voir toutes les substances alimentaires servir indistinctement sa gourmandise. Mais il y a des nations qui vivent presqu'exclusivement d'une seule espèce d'aliment. Les peuples *frugivores*, *carnivores* et *ichtyophages* sont disséminés sur toute la surface du globe; le goût pour la chair du cheval paraît particulier aux Mongols, aux Tartares, aux Finnois et autres descendans des Scythes, même aux peuples slavons et gothiques; c'est en Afrique que les anciens et

les modernes placent les peuples *acridophages* ou mangeurs de sauterelles. La misère réduit même quelques tribus à dévorer de la terre glaise.

La Géographie spéciale remarque avec soin ces différences, souvent très-importantes par leur effet moral. Mais quant à l'*anthropophagie* ou l'horrible coutume de manger de la chair humaine, il paraît démontré qu'elle n'appartient en particulier à aucune nation; toutes les tribus sauvages s'y sont livrées, soit par l'effet d'une haine féroce contre des ennemis, soit par les inspirations d'une superstition atroce, soit enfin dans le cas de disette extrême. Non seulement les relations modernes l'attestent à l'égard de tous les peuples d'Afrique, d'Amérique et d'Océanique; mais on entrevoit par plusieurs passages des anciens, que cet usage était répandu en Europe. Les poëtes l'attribuent aux Cyclopes et aux Lestrygons qu'ils placent en Italie (1); les historiens en accusent les Scythes (2), les Cimbres (3), une tribu des Calédoniens (4) et d'autres peuples du nord. Les héros et les dieux d'Homère, se servent des expressions empruntées de l'anthropophagie; Jupiter reproche à Junon qu'elle a envie de manger, cru ou apprêté, le roi Priame et ses enfans. Les sacrifices humains étaient connus des Grecs, des Romains, aussi bien que des Celtes, des Scandinaves et des nations orientales; or, ces horribles sacrifices paraissent souvent avoir été terminés par un festin plus horrible encore. L'usage dégoûtant d'ensevelir dans leurs propres entrailles, les cadavres de leurs parens, est attribué aux Issedones (5), aux Massagètes (6), à plusieurs tribus de l'Inde (7), aux peuples du Thibet et des îles Marianes (8) et aux anciens Irlandais (9).

Anthropophagie.

Le désir de se procurer une exaltation momentanée, a fait inventer chez toutes les nations des boissons enivrantes,

Boissons.

(1) *Hom.*, Odyss. IX, 290, X, 129. (2) *Herod.*, IV, 18-20. *Plin.*, VII, 2. (3) *Diodor.*, V, cap. 32. (4) Hieronym., ap. *Buchan*, rer. Scotic. II, p. 55, édit. Wechel. (5) *Herod.*, IV, 26. (6) *Strab.*, XI, 359, édit. Casaub. Atreb. *Herod.*, I, cap. 216. (7) *Herod.*, III, cap. 99-100. (8) *Rubruquis*, *Marc-Paul*, *Mendanna*, etc. (9) *Strab.*, IV, 199.

dont la nature différente, depuis nos vins les plus généreux jusqu'au dégoûtant *ava* des Otaïtiens, mérite d'être indiquée dans les descriptions géographiques.

Usages. Dans l'immense variété d'*usages* qui donnent à la vie sociale de chaque nation sa physionomie particulière, la Géographie physique choisit les traits les plus marquans, ceux qui intéressent la morale et ceux qui servent à éclaircir l'histoire de l'espèce. Ainsi, la *circoncision* introduite chez des nations africaines non mahométanes, les *momies* des Guanches semblables à celles de l'Egypte, la coutume de laisser les corps morts sécher à l'air, commune aux Otaïtiens et aux anciens Mèdes; la coutume des femmes indiennes, wendes et scandinaves, de s'immoler sur le tombeau de leurs époux, et en général tout ce qui regarde les mariages, les naissances et les funérailles, offre des analogies intéressantes.

Lois civiles. Les *lois civiles* présentent quelquefois des singularités qui méritent d'être consignées dans le tableau d'une nation. Il suffit de rappeler ces réglemens qui marquent scrupuleusement un cérémonial humiliant, ces supplices qui font frémir l'humanité, ces tarifs de meurtres et de mutilations, ces épreuves superstitieuses encore en vigueur chez diverses nations, mille et autres traces d'une ancienne barbarie ou monumens d'une tyrannie récente. L'état des lumières so- Lumières. ciales termine cette longue série des rapports sous lesquels on peut envisager les nations. Possèdent-elles de riches dépôts où s'accumulent les découvertes du génie et les observations du savoir? Chérissent-elles, dans de beaux poèmes, l'expression de plus nobles sentimens de l'humanité et du patriotisme? Les savans et les gens de lettres occupent-ils le rang honorable qui leur est dû? Voilà des questions dont la solution est essentielle pour connaître le degré de civilisation et de force morale d'un peuple.

Classes des nations. L'ensemble de tous ces rapports que l'on vient d'indiquer, forme le caractère d'une nation. On peut distribuer les nations en trois classes générales. Les *sauvages* sont Sauvages. ceux qui ne connaissent point l'art d'écrire ou de fixer

leurs pensées par des signes équivalens à l'écriture. Leurs idées mobiles ne s'attachent qu'aux choses qui frappent leurs sens ; ils aiment à se parer d'une manière qui nous semble ridicule ; ils s'adonnent aux exercices du corps, et nous y surpassent infiniment. Leur industrie se borne ordinairement à un peu de jardinage, à la pêche et à la chasse. Cependant, quelques-uns font des ouvrages très-jolis, et ont même des habitations commodes et élégantes. La classe des *barbares*, ou *demi-civilisés*, comprend tout peuple qui, par l'écriture, par des lois écrites, par une religion extérieure et cérémonielle, par un système militaire plus stable, s'est éloigné de l'état sauvage. Mais les connaissances qu'un tel peuple possède, ne sont encore qu'un amas irrégulier d'observations incohérentes ; ses arts sont exercés par routine ; sa politique se borne à la défense momentanée de ses frontières, ou à des invasions sans plan. En général, il ne fait que des progrès lents et incertains, parce que, même en marchant vers la civilisation, il n'a encore aucune idée de ce sublime but de l'existence du genre humain. Un peuple *civilisé* est celui qui a rangé ses connaissances en forme de *sciences ;* qui ennoblit ses arts mécaniques jusqu'à en faire des *beaux-arts ;* qui, pour l'expression de ses sentimens, a créé des *belles-lettres ;* un peuple qui a un système fixe de législation, de politique et de guerre, calculé non seulement pour le moment, mais pour les siècles à venir ; un peuple chez qui la religion, dégagée des superstitions, n'a que la morale pour but ; un peuple, enfin, qui se soumet au droit de la nature et des gens, en se regardant, en temps de paix, comme l'ami de toute autre nation, et respectant même, en temps de guerre, les propriétés des citoyens non armés.

Barbares ou demi-civilisés.

Peuples civilisés.

Le *caractère* général d'une nation est le résultat de toutes les circonstances physiques dans lesquelles elle se trouve, et des institutions politiques qui modifient ces circonstances. Il est donc absurde de faire dépendre ce caractère du climat seul. Sans doute le froid extrême, comme

Caractère.

S'il dépend du climat ?

la chaleur extrême, gênent l'essor d'un peuple, en affaiblissant sa constitution; mais les institutions et les mœurs luttent avec avantage contre le climat : l'Egypte, sous le tropique, et la Scandinavie, sous le cercle polaire, ont également vu naître des héros, des génies et des sages.

Nature du pays; son influence.

La nature du pays a plus d'influence que la température. Ces centres montagneux de la Grèce étaient jadis les demeures chéries du courage et de l'indépendance; ils sont encore aujourd'hui les endroits les moins accessibles au despotisme. En Thrace, les *Sarres*, habitans des montagnes, conservèrent plus long-temps leur indépendance (1); dans ces mêmes montagnes, ainsi qu'en Macédoine, on trouve aujourd'hui des hordes de Turcomans, qui vivent presque à leur fantaisie (2). Les Illyriens résistèrent aux rois de Macédoine et aux légions romaines (3). Les *Arnaoûths* ou Albaniens, errans sur ces mêmes montagnes, n'obéissent aux Turcs que lorsque ceux-ci les paient. Les *Grecs*, tout opprimés qu'ils sont, offrent encore, dans quelques cantons montagneux, le caractère mâle et l'esprit républicain de leurs ancêtres. Sans parler des Maïnotes, tant de fois cités, regardons le bourg d'*Ambélakia*, placé sur le penchant du mont Ossa, au-dessus de Tempé : ses habitans, aussi braves qu'industrieux, ont deux fois repoussé les troupes ottomanes, et aucun Turc n'ose se montrer dans leurs heureuses montagnes (4). La petite ville de *Parga*, située entre les rochers et la mer, a souvent offert le spectacle de femmes s'armant et combattant pour la liberté (5). Les *Sphachiotes*, qui habitent les monts Blancs dans l'île de Crète, n'ont été que récemment subjugués par leurs discordes plutôt que par les armes des Turcs; ils conservent encore plusieurs institutions des anciens Crétois (6). L'audace, la constance, la présence d'esprit, qui élèvent en général les peuples de l'Europe

Peuples montagnards

(1) *Herodot.*, l. VII, cap. III. (2) *Félix Beaujour*, t. I, p. 325.
(3) *Liv.*, l. 43, cap. 19. *Justin*, etc. (4) *F. Beaujour*, t. I, p. 272.
(5) *Scrofani*, Voyage en Grèce, t. III, p. 21.
(6) *Savary*, Lettres sur la Grèce, lett. XXXVI.

au-dessus du reste des humains, sont peut-être dues à notre sol plus entrecoupé, plus âpre et plus stérile. Ces qualités appartiennent éminemment aux habitans des Alpes, des Dofrines et des Cévennes.

Les nations qui habitent dans les montagnes, surtout lorsque, jalouses de leur liberté, elles vivent séparées en de petits Etats, parlent ordinairement un grand nombre de dialectes qui, avec le temps, et en se répandant, deviennent autant de langages. Dans le Caucase, on parlait vingt-six idiomes différens (1). Rappelons-nous les nombreux dialectes de la Grèce et de la Scandinavie.

Peuples habitans des plaines.

Les peuples qui habitent de vastes plaines, dépourvus de grandes rivières et de forêts, se livrent naturellement à l'entretien des troupeaux et à une vie errante. Le gouvernement *patriarchal*, souche du despotisme, naît au milieu des tribus *nomades*. L'isolement ralentit les progrès de la population; la facilité avec laquelle on se procure les alimens, retarde la naissance des arts et de l'industrie. Telle est la cause de la barbarie où restent les nations de l'Asie centrale. Mais si ces peuples rencontrent des fleuves considérables, bordés de prairies favorables à leurs troupeaux, ils en suivent le cours (2); et, descendus dans des vallées fertiles, ils deviennent pêcheurs et agriculteurs; ils fixent leur domicile, et voient peu à peu naître dans leur sein tous les arts et toutes les sciences. Ainsi, les Mongols descendus de leur plateau, ont pu devenir les fondateurs des nombreuses villes de la Chine; ainsi une horde africaine, en suivant le Nil depuis Méroë et la Haute-Ethiopie, est venue créer successivement les merveilles de Thèbes et celles de Memphis.

Nomades.

Pêcheurs et agriculteurs

Les forêts durent être les premières habitations des nations européennes, lorsqu'elles se nourrissaient de glands; encore aujourd'hui les forêts de palmiers sont en Afrique l'asile des nations. La chasse des animaux fut une occupation naturelle de ces peuples; mais aux premières lueurs

Peuples demeurant dans les forêts.

(1) *Strab.*, XI. *Reineggs*, Voyage, etc.

(2) Comp. *Deguignes*, Histoire des Huns, II, p. 5.

de la civilisation, les nations de chasseurs, ayant le corps et l'esprit formés par des exercices violens, des dangers et des travaux perpétuels, durent prendre un essor bien plus rapide que les peuples pasteurs, et bâtir plus tôt des maisons et des villes ; les forêts leur en fournirent les matériaux, et jusqu'au modèle de leur architecture. Les troncs d'arbres soutenant une salle de verdure, ont donné la première idée des colonnades grecques et indiennes, tandis que l'architecture chinoise ne se compose que de tentes imitées en bois et en pierre, et que, dans l'architecture gothique, on reconnaît l'image des sombres cavernes et des rocs sourcilleux (1). Peuples chasseurs.

Les montagnes, les fleuves et les forêts, ayant dirigé les premières tribus dans leurs émigrations, et ayant influé sur leur caractère physique et moral, ont encore donné naissance aux premières divisions et dénominations géographiques (2). C'est ce que nous aurons souvent lieu de vérifier dans les descriptions particulières. Premières divisions géographiques.

Mais ce qui a surtout accéléré l'extension de l'espèce humaine et les progrès de la civilisation, c'est l'invention de la *navigation*.

Quelles vives, quelles singulières impressions durent éprouver les premiers hommes, lorsque, descendus de leurs montagnes paternelles, après avoir erré dans les forêts épaisses qui couvraient la terre encore vierge, ils se virent tout à coup arrêtés dans leur course vagabonde par une immense plaine d'eau, qui, dans un lointain obscur, semblait se confondre avec le ciel, et mêler ses ondulations aux mouvemens des nuages! Les jeunes chasseurs, accoutumés à braver l'ours et le tigre, ne s'approchèrent qu'avec effroi de ces montagnes humides qui venaient en mugissant se briser contre le rivage. Les vieillards rappelèrent à leurs enfans attentifs et attristés, l'antique tradition d'un monde magnifique et impie que la vengeance Peuples maritimes.

(1) *Hodges*, Travels in India, part. I.

(2) *Rudbeck*, Atlant. I, 55-57. *Eccard.*, Orig. German., page 86. *Torfæi*, Hist. Norveg., I, 130-150.

divine avait englouti dans les flots; ils racontèrent comment un homme juste sauva sur une barque le germe des nations futures, et comment il vit, du sein du déluge universel, sortir une terre nouvelle. Tous regardèrent avec un respect mêlé d'effroi ce mystérieux Océan, le berceau et la tombe de la vie. Lorsque le génie et le courage eurent lancé le premier esquif sur la mer, tout l'état physique et moral changea chez la tribu que sa position mit à même de profiter de cette grande découverte. Un petit territoire, riche par ses pêcheries, se couvrit d'une nombreuse population. Des îles heureuses devinrent des asiles inaccessibles aux sauvages conquérans. Ces petits coins de terre, isolés par la nature même, firent naître les premières idées de *patrie* et d'*indépendance nationale*. Même l'intempérie de l'air maritime influa sur les progrès de la civilisation. Dans l'intérieur des terres, une tente ou une cabane de verdure, mettait à l'abri de la pluie et des vents. Près de la mer, l'humidité de l'atmosphère nécessita des habitations mieux fermées. Les grandes villes naquirent sur le rivage d'un fleuve ou sur les bords de la mer.

Caractère des peuples insulaires.

Le caractère des peuples insulaires s'est toujours distingué par l'originalité. Attachés à leur sol natal, mais injustes envers l'étranger; fidèles aux souvenirs nationaux, mais enchaînés par des superstitions et des préjugés, ces peuples offrent ordinairement des vertus plus énergiques, et des vices plus hideux que les paisibles habitans des plaines continentales.

Influence de la navigation.

Dans l'histoire du genre humain, les progrès de la navigation tiendront toujours la première place après ceux de l'agriculture. La civilisation que l'agriculture fait naître n'est que locale; elle s'arrête dès que les besoins de la nation sont assurés; alors les peuples cultivateurs, ordinairement partagés en *maîtres* indolens et *esclaves* malheureux, s'isolent du reste du monde, plus encore par leurs lois et leurs usages, que par leurs grandes murailles. Mais la navigation trouble cette félicité chinoise; elle fait cesser ce repos ignoble et contraire aux destinées du genre

humain. Un vaisseau réunit les parties du monde les plus éloignées ; des cités, des nations entières se transplantent sous d'autres climats ; au milieu des paisibles sauvages s'élève le tumulte de la civilisation ; un mouvement universel saisit les peuples ; l'homme, à son insu, est entraîné à la conquête du globe.

Le sort des grandes familles humaines a été décidé par la direction qu'elles ont prise dans leur émigration, par la nature des terres qu'elles occupèrent, mais, surtout, par la position des grandes mers du globe, et le parti que les hommes surent en tirer. L'éternelle enfance des Chinois n'est-elle pas due principalement à leur ignorance de l'art de la navigation ? Au contraire, si les Japonais et les Malais ont montré un caractère vigoureux, entreprenant, et différent de celui des autres Asiatiques, c'était à l'époque où leurs escadres parcouraient le grand Océan oriental, encore aujourd'hui rempli de leurs colonies. Les nations africaines se sont comme engourdies au milieu d'un grand continent dépourvu de golfes et de bras de mer ; cette circonstance, qui empêchait la navigation d'y porter l'industrie, a puissamment contribué à abrutir les peuples d'Afrique. Les Européens seuls étaient appelés par la Providence à étendre leur empire sur le globe. Les nations qui ont peuplé l'Europe ont eu à franchir le Caucase et les Alpes, le Pont-Euxin et la Baltique, l'Archipel, l'Adriatique et la Méditerranée. De si grands obstacles ralentirent d'abord leur marche, mais en même temps ils développèrent et fortifièrent ce grand caractère d'activité et d'audace, commun aux peuples européens. Bientôt les enfans de Chanaan, les Phéniciens, perdent l'empire de la mer ; Athènes balance Tyr ; une ville grecque domine l'Egypte vaincue ; Carthage succombe sous Rome ; l'Europe saisit le sceptre du monde. A cette époque, toute la civilisation était rassemblée autour de la *Méditerranée* ; c'était presque la seule mer sur laquelle on naviguât ; c'était le grand chemin de tous les peuples policés.

Civilisation répandue autour de la Méditerranée.

Une seconde époque commence, et c'est encore aux

progrès de la navigation que se lie la marche de la civilisation. Les Scandinaves y préludent par leurs courses audacieuses, qui s'étendirent jusqu'en Amérique. La boussole et Colomb paraissent. Un nouveau monde voit aborder nos vaisseaux; une nouvelle Europe s'élève, et croît dans ces magnifiques déserts. L'*Océan Atlantique* est devenu la Méditerranée nouvelle, la grande route commune qui rapproche entre eux les peuples civilisés, et qui tantôt retentit du bruit de leurs combats, tantôt leur apporte paisiblement les tributs du reste de l'Univers.

Civilisation répandue autour de l'Océan Atlantique.

Mais la marche de la civilisation est loin d'être terminée; les merveilles de l'Europe peuvent encore être effacées. Les Européens s'arrêteront-ils aux bords de cet Océan Atlantique, qui, tout immense qu'il parut aux Hercules phénicien et grec, n'est pourtant qu'un bras de mer, si on le compare à ce *grand Océan du globe* qui, sous les noms d'Indien, de Pacifique et d'Austral, s'étend d'un pôle à l'autre? Déjà, montés sur des barques légères, les navigateurs américains franchissent sans crainte tout cet hémisphère aquatique; déjà des colonies anglaises ont commencé à conquérir ces vastes terres, ces îles innombrables qui forment au sud-est de l'Asie une cinquième partie du monde; et la plus belle de toutes, cette superbe *Océanique*, offrira peut-être, avant quelques siècles, le spectacle de la plus vaste civilisation qu'il soit donné à l'homme d'espérer, et que les bornes du globe terrestre puissent admettre. Qu'un autre Cadmus y porte ce flambeau des arts et des sciences qui éclaire l'Europe! Que des colonies, échappées à nos guerres civiles, fondent à Taïti ou à Pelew une nouvelle Grèce! Alors ces collines, qui ne produisent aujourd'hui que des aromates, se couvriront de villes et de palais; dans ces baies qu'ombrage une forêt de palmiers, on verra voguer une forêt de mâts; l'or et le marbre seront tirés des flancs des montagnes encore vierges; le corail et les perles seront recherchés au fond de la mer, pour orner des capitoles nouveaux; et un jour, peut-être, l'Europe, l'Asie, l'Afrique et l'Amé-

Vues sur le grand Océan

rique, étonnées et jalouses, trouveront une rivalité dangereuse dans des contrées dont l'existence les occupe à peine aujourd'hui.

Ainsi, dans l'histoire du genre humain, le *passé*, le *présent* et l'*avenir*, se lient à la position des grandes mers du globe et aux progrès de la navigation.

Nous allons entreprendre, en idée, un voyage par mer et par terre, autour de ce globe, dont nous terminons ici la *théorie générale*, mathématique, physique et politique.

FIN DE LA THÉORIE DE LA GÉOGRAPHIE ET DU TOME SECOND.

TABLEAUX
DE GÉOGRAPHIE MATHEMATIQUE.

I.

TABLEAU synoptique du système planétaire (1).

Diamètres et volumes, *ceux de la Terre pris pour unité.*

Le Soleil. . .	*diam.*	111,6500. . .	*vol.* . . 1384,462,00000
Mercure.		0,4019.	0,06466
Vénus.		0,9693.	0,89010
La Terre.		1,0000.	1,00000
La *Lune*.		0,2731.	0,02056
Mars.		0,5199.	0,15060
Vesta.		0,4	. . .
Junon.		0,1	. . .
Cérès.		0,30765	0,09915
Pallas.		0,1510.	0,00365
Jupiter.		10,8620	1,281,00000
Saturne.		9,9085	995,00000
Uranus.		4,3520	80,419

	Rotation.	*Aplatissement.*
Mercure.	24 heur. 5 min. 28 sec.	. .
Vénus.	23 21 0	. .
La *Terre.*	23 56 4	$\frac{1}{334}$
Mars.	24 39 21	$\frac{1}{16}$
Jupiter.	9 56 0	$\frac{1}{14}$
Saturne { selon *Herschel.* .	10 16 0 . . . 20,91	: 22,81
{ *Calandillo.*	11 39 13,5	: 16,1

Révolutions tropiques et sidérales.

	ans.	jours.	heur.	min.	sec.	jours.	heur.	min.	sec.
Mercure.	0	87	23	14	32,7	87	23	15	43,6
Vénus. . .	0	224	16	41	27,5	224	16	49	29,6
La Terre.	1	0	5	48	48,	365	6	9	8
Mars. . .	1	321	22	18	27,6	686	23	30	35,6
Vesta. .	3	240.				. . . . .			
Junon. .	4	130.				. . . . .			
Cérès. .	4	221.				. . . . .			
Pallas. . .	4	241	17.			. . . . .			
Jupiter. .	11	315	14	39	2,0	4,332	14	27	10,8
Saturne. .	29	161	19	16	15,5	10,759	1	51	11,1
Uranus. .	83	294	8	39		30,689	0	29	0

(1) *Laplace*, Système du monde. *Biot*, Astronomie physique.

Demi-grands axes des orbites, ou distances moyennes du Soleil.

	myriamètres.
Mercure.	5917938
Vénus.	11058215
La Terre.	15287873
Mars.	23294021
Vesta.	36278123
Junon.	40619979
Cérès.	42282080
Pallas (1).	42666000
Jupiter.	79511907
Saturne.	145836700
Uranus.	291720130

Rapport de l'excentricité au demi-grand axe.

Mercure.	0,205515
Vénus.	0,006885
La Terre.	0,016814
Mars.	0,093088
Cérès.	0,082501
Pallas.	0,2465..
Jupiter.	0,048077
Saturne.	0,056125
Uranus.	0,046685

Inclinaison de l'orbite à l'écliptique.

Mercure.	6°	35'	30"
Vénus.	3	23	10
La Terre.	0	0	0
Mars.	1	50	47
Cérès.	10	36	57
Pallas.	34	50	40
Jupiter.	1	19	38
Saturne.	2	30	40
Uranus.	0	46	12

(1) L'excentricité de Pallas fait que, malgré la presque identité de sa moyenne distance et de celle de Cérès, les orbites de ces deux planètes sont très-éloignées l'une de l'autre à leur aphélie et périhélie. Entre ces points les orbites se coupent l'une l'autre. Pallas approche tantôt de Jupiter, tantôt de Mars.

II.

TABLEAU des CLIMATS.

CLIMATS de demi-heure.	PLUS LONG JOUR.		LATITUDE.		ÉTENDUE DES CLIMATS.	
Leur nombre.	Heur.	Min	Deg.	Min.	Deg.	Min.
0	12	0	0	0	0	0
1	12	30	8	34	8	34
2	13	0	16	43	8	9
3	13	30	24	10	7	27
4	14	0	30	46	6	46
5	14	30	36	28	5	42
6	15	0	41	21	4	53
7	15	30	45	29	4	8
8	16	0	48	59	3	30
9	16	30	51	57	2	58
10	17	0	54	28	2	31
11	17	30	56	36	2	8
12	18	0	58	25	1	49
13	18	30	59	57	1	32
14	19	0	61	16	1	19
15	19	30	62	24	1	8
16	20	0	63	20	0	56
17	20	30	64	8	0	48
18	21	0	64	48	0	40
19	21	30	65	20	0	32
20	22	0	65	46	0	26
21	22	30	66	6	0	20
22	23	0	66	20	0	14
23	23	30	66	28	0	8
24	24	0	66	32	0	4

CLIMATS DES MOIS.	PLUS LONG JOUR.	LATITUDE.		ÉTENDUE DES CLIMATS.	
Leur nombre.	Mois.	Deg.	Min.	Deg.	Min.
1	1	67	23	0	51
2	2	69	10	2	27
3	3	73	39	3	49
4	4	78	31	4	52
5	5	84	5	5	34
6	6	90	0	5	55

N. B. On ne tient point compte dans ces Tables des effets de la réfraction, qui augmente la durée du jour, surtout vers les pôles. Sous le pôle même, la réfraction seule (sans le crépuscule) augmente le jour, qui est de 6 mois, de 67 heures.

III.

TABLEAU du DÉCROISSEMENT des Degrés de Longitude, graduation ancienne ou nonagésimale, la Terre étant supposée sphérique.

Latitudes.	DEGRÉ DE LONGITUDE en toises, anc. mesur.	DEGRÉ DE LONGITUDE en milles nautiques.	Latitudes.	DEGRÉ DE LONGITUDE en toises, anc. mesur.	DEGRÉ DE LONGITUDE en milles nautiques.
0	57050	60.00	46	39630	41.68
1	57041	59.99	47	38908	40.92
2	57015	59.96	48	38174	40.15
3	56972	59.92	49	37429	39.36
4	56911	59.85	50	36671	38.57
5	56833	59.77	51	35902	37.76
6	56738	59.67	52	35123	36.94
7	56625	59.56	53	34333	36.11
8	56495	59.42	54	33532	35.27
9	56347	59.26	55	32722	34.41
10	56183	59.09	56	31902	33.55
11	56002	58.89	57	31076	32.68
12	55803	58.69	58	30231	31.79
13	55587	58.46	59	29384	30.90
14	55355	58.22	60	28525	30.00
15	55106	57.95	61	27659	29.09
16	54840	57.67	62	26784	28.17
17	54557	57.38	63	25904	27.24
18	54257	57.06	64	25010	26.30
19	53941	56.73	65	24110	25.36
20	53609	56.38	66	23204	24.41
21	53260	56.01	67	22291	23.44
22	52895	55.63	68	21371	22.48
23	52514	55.23	69	20445	21.50
24	52117	54.81	70	19512	20.52
25	51705	54.38	71	18573	19.53
26	51276	53.93	72	17629	18.54
27	50832	53.46	73	16679	17.54
28	50372	52.97	74	15724	16.54
29	49897	52.47	75	14764	15.53
30	49406	51.96	76	13801	14.51
31	48901	51.43	77	12833	13.50
32	48381	50.88	78	11862	12.48
33	47846	50.32	79	10885	11.45
34	47298	49.74	80	9907	10.42
35	46732	49.15	81	8924	9.38
36	46154	48.54	82	7941	8.35
37	45562	47.92	83	6953	7.32
38	44956	47.28	84	5963	6.28
39	44337	46.63	85	4972	5.23
40	43703	45.96	86	3980	4.18
41	43056	45.28	87	2986	3.14
42	42397	44.59	88	1991	2.09
43	41725	43.83	89	996	1.05
44	41038	43.16	90	0	0.00
45	40340	42.43			

IV.

TABLEAU du DÉCROISSEMENT des Degrés de Longitude, graduation nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée sphérique.

LATITUDE	DEGRÉ ou GRADE de Longit.	LATITUDE	DEGRÉ ou GRADE de Longit.	LATITUDE	DEGRÉ ou GRADE de Longit.
gr.	kilom	gr.	kilom.	gr.	kilom.
0	100,000	34	86,074	68	48,175
1	99,988	35	85,264	69	46,793
2	99,951	36	84,433	70	45,399
3	99,889	37	83,581		
4	99,803	38	82,708		
5	99,692	39	81,815	71	43,994
6	99,556	40	80,902	72	42,578
7	99,396			73	41,151
8	99,211			74	39,715
9	99,002	41	79,968	75	38,268
10	98,769	42	79,015	76	36,812
		43	78,043	77	35,347
11	98,511	44	77,051	78	33,874
12	98,229	45	76,040	79	32,392
13	97,922	46	75,011	80	30,902
14	97,592	47	73,963		
15	97,237	48	72,897	81	29,404
16	96,858	49	71,813	82	27,899
17	96,456	50	70,711	83	26,387
18	96,029			84	24,869
19	95,579	51	69,591	85	23,344
20	95,106	52	68,455	86	21,814
		53	67,301	87	20,279
21	94,608	54	66,131	88	18,738
22	94,088	55	64,945	89	17,193
23	93,544	56	63,742	90	15,643
24	92,978	57	62,524		
25	92,388	58	61,291	91	14,090
26	91,775	59	60,042	92	12,533
27	91,140	60	58,778	93	10,973
28	90,483			94	9,411
29	89,803	61	57,500	95	7,846
30	89,101	62	56,208	96	6,279
		63	54,902	97	4,711
31	88,377	64	53,583	98	3,141
32	87,631	65	52,250	99	1,571
33	86,863	66	50,904	100	0,000
		67	49,546		

V.

TABLEAU du DÉCROISSEMENT des Degrés de Longitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de $\frac{1}{355}$.

LATIT.	DEGRÉ de LONGITUDE.	LATIT.	DEGRÉ de LONGITUDE.	LATIT.	DEGRÉ de LONGITUDE.
g.	mètres.	g.	mètres.	g.	mètres.
0	100149,4	34	86269,5	68	48358,3
1	100137,1	35	85461,0	69	46972,4
2	100100,3	36	84631,4	70	45574,8
3	100038,9	37	83780,9		
4	99953,0	38	82909,7	71	44165,9
5	99842,5	39	82018,1	72	42746,0
6	99707,6	40	81106,2	73	41315,3
7	99548,2			74	39874,4
8	99364,3	41	80174,1	75	38423,4
9	99156,2	42	79222,3	76	36962,8
10	98923,6	43	78250,9	77	35493,0
		44	77260,1	78	34014,2
11	98666,8	45	76250,1	79	32527,0
12	98385,8	46	75221,3	80	31031,6
13	98080,6	47	74173,8		
14	97751,3	48	73108,0	81	29528,5
15	97398,1	49	72024,0	82	28017,9
16	97020,9	50	70922,1	83	26500,3
17	96616,9			84	24976,1
18	96195,1	51	69802,6	85	23445,6
19	95746,8	52	68665,8	86	21909,2
20	95274,9	53	67512,0	87	20367,3
		54	66341,3	88	18820,3
21	94779,6	55	65154,2	89	17268,6
22	94260,9	56	63950,9	90	15712,6
23	93719,1	57	62731,7		
24	93154,2	58	61496,8	91	14152,6
25	92566,4	59	60246,7	92	12589,0
26	91955,8	60	58981,5	93	11022,3
27	91322,6			94	9452,9
28	90666,9	61	57701,6	95	7881,0
29	89988,9	62	56407,4	96	6307,2
30	89288,6	63	55099,1	97	4731,8
		64	53777,1	98	3155,7
31	88566,4	65	52441,7	99	1577,8
32	87822,4	66	51093,1	100	0,0
33	87056,7	67	49731,8		

VI.

TABLEAU du DÉCROISSEMENT des Degrés de Latitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de $\frac{1}{335}$.

LATIT.	DEGRÉ de LATITUDE.	LATIT.	DEGRÉ de LATITUDE.	LATIT.	DEGRÉ de LATITUDE.
g.	mètres.	g.	mètres.	g.	mètres.
0	99552,5	34	99789,7	68	100245,9
1	99552,9	35	99802,2	69	100257,5
2	99553,8	36	99814,9	70	100269,0
3	99555,1	37	99827,8		
4	99556,9	38	99840,9	71	100280,2
5	99559,0	39	99854,1	72	100291,1
6	99561,8	40	99867,5	73	100301,7
7	99564,7			74	100312,9
8	99568,2	41	99881,0	75	100322,0
9	99572,1	42	99894,6	76	100331,7
10	99576,4	43	99908,3	77	100341,1
		44	99922,1	78	100350,1
11	99581,2	45	99936,0	79	100358,8
12	99586,3	46	99950,0	80	100367,2
13	99591,8	47	99964,0		
14	99597,8	48	99978,0	81	100375,1
15	99604,2	49	99992,1	82	100382,7
16	99610,9	50	100006,2	83	100389,9
17	99618,0			84	100396,8
18	99625,4	51	100020,3	85	100403,2
19	99633,4	52	100034,4	86	100409,3
20	99641,6	53	100048,4	87	100414,9
		54	100062,4	88	100420,1
21	99650,2	55	100076,3	89	100424,9
22	99659,1	56	100090,2	90	100429,3
23	99668,4	57	100103,9		
24	99678,0	58	100117,6	91	100433,2
25	99687,9	59	100131,2	92	100436,6
26	99698,1	60	100144,6	93	100439,9
27	99708,6			94	100442,5
28	99719,4	61	100157,9	95	100444,7
29	99730,5	62	100171,0	96	100446,5
30	99741,9	63	100184,0	97	100447,8
		64	100196,8	98	100448,7
31	99753,5	65	100209,4	99	100449,2
32	99765,3	66	100221,7	100	
33	99777,4	67	100233,9		

VII.

TABLEAU COMPARATIF des MESURES LINÉAIRES, dites PIEDS COURANS.

ÉTATS ET VILLES.		Lignes.	Décimètres.
Amsterdam, *Voet.*		125 1/2	2,83
Augsbourg, *Stadt* ou *Werk-Schu.*		131,3	2,97
Bâle, *Stadt* ou *Feldt-Schu.*		132 1/3	2,98
Batavia, *Voet.*		139 1/8	3,14
Berlin, *Fuss.*	de Berlin.	137,3	3,10
	du Rhin.	139 1/8	3,14
Brabant, *Fuss.*		126,6	2,86
Cadix, *Pié.*		125,3	2,83
Chine.	*Pied* des marchands.	150	3,38
	Pied mathématique.	147,7	3,33
	Ché ou *Pied* des charpentiers	143,1	3,23
	Pied des arpenteurs.	141,7	3,19
Copenhague, *Fod.*		139 1/8	3,14
Cracovie, *Pied.*		158	3,56
Dantzick, *Fuss.*		127,2	2,86
Dauphiné, *Pied.*		151,1	3,41
Dijon, *Pied.*		139,2	3,15
Dresde, *Fuss.*		125,5	2,83
France.	*Pied-de-Roi.*	144	3,25
	Décimètre.	44,33	1,00
Francfort-sur-le-Mein, *Fuss.*		127	2,86
Franche-Comté, *Pied.*		158,3	3,57
Gênes, *Palmo.*		111,3	2,51
Hambourg, *Fuss*	de Hambourg.	127	2,86
	du Rhin.	139 1/8	3,14
Leipzic, *Fuss.*		125,3	2,83
Lisbonne, *Palmo.*		96,9	2,18
Londres, *Foot.*		135	3,05
Lorraine, *Pied.*		129,2	2,91
Lubeck, *Fuss.*		129	2,91
Madrid	*Codo.*	187,9	4,23
	Pies.	125,3	2,83
	Palmo grand.	93,97	2,11
	Palmo petit.	31,32	0,70
Malacca	*Pied* ordinaire.	139,1	3,14
	des charpentiers.	127 1/2	2,87
Messine, *Palmo.*		107,3	2,42
Milan.		176	3,97

ÉTATS ET VILLES.	Lignes.	Décimètre.
Munich, *Fuss.*	128 $\frac{1}{2}$	2,89
Naples, *Palmo.*	116 $\frac{1}{2}$	2,63
Normandie, *Pied.*	132	2,98
Norvège, *Fod.*	139 $\frac{1}{6}$	3,15
Nuremberg... { *Stadt-Schu* des charpent.	134,7	3,03
Nuremberg... { *Werk Schu* des maçons.	123,6	2,78
Padoue, *Palmo.*	189,9	4,28
Paris, *Pied-de-Roi.*	144	3,25
Palerme, *Palmo* ancien.	107,3	2,42
Prague, *Fuss.* { de Bohême.	131,4	2,97
Prague, *Fuss.* { de Moravie.	131,2	2,96
Riga, *Fuss.*	121 $\frac{1}{2}$	2,74
Rome, *Palmo.*	130,6	2,94
Russie, *Pied.*	135	3,05
Sardaigne, *Palmo.*	110,1	2,48
Suède, *Fot.*	131,6	2,97
Suisse, *Fuss.*	133	3,00
Stuttgard, *Fuss.*	126,8	2,85
Turin, *Pied.*	227,7	5,13
Venise, *Palmo.*	153,7	3,46
Varsovie, *Fuss.*	158	3,56
Vienne, *Fuss.*	143	3,23

VIII.

TABLEAU COMPARATIF des MESURES AGRAIRES *des principaux Etats de l'Europe, exprimées en anciens* pieds-de-roi carrés, *et comparées à l'ancien* arpent d'ordonnance, dit des Eaux et Forêts (*a*), *et à l'*hectare *des nouvelles mesures agraires de France.*

ÉTATS ET LIEUX.	Pieds carr.	Arpens.	Hectares.
Alsace, *Morgen.*	19,045	0,39283	0,2009
Angleterre, *Acre.*	38,376	0,79289	0,4049
Autriche, *Jochart*	54,571	1,12750	0,5758
Baviere, *Juchart.*	31,700	0,65495	0,3345
Danemarck, *Toende Hartkorn.* {	104,854	2,16640	1,1064
Danemarck, *Toende Hartkorn.* {	210,514	4,34946	2,2213

Suite du Tableau comparatif des Mesures agraires, etc.

ÉTATS ET LIEUX.		Pieds carr.	Arpens.	Hectares
Espagne.	*Yugada*	1,345,032	27,78993	14,1928
	Fanega	32,521	0,67191	0,3431
	Cahizada	195,124	4,03149	2,0589
	Aranzada	10,781	0,22274	0,1137
France.	*Arpent des eaux et forêts.*	48,400	1,00000	0,5107
	Arpent de Paris	32,400	0,66941	0,3418
	Arpent commun	40,000	0,82645	0,4220
	Hectare	94,768	1,95801	1,0000
	Are (*b*)	947 2/5	0,01958	0,0100
Hanovre	*Morgen*	24,653	0,50935	0,2601
	Vorling	12,326	0,25467	0,1300
	Drohn	18,490	0,38202	0,1951
Hollande,	*Morgen*	77,016	1,59124	0,8126
Italie.	Rome. *Rubbio*	175,138	3,61857	1,8480
	Rome. *Quarta*	43,784	0,90464	0,4620
	Rome. *Pezza*	25,020	0,51694	0,2639
	Milanais, *Pertia*	7,127	0,14725	0,0752
	Naples, *Moggia*	31,679	0,65453	0,3342
	Toscane. *Saccate*	46,986	0,97078	0,4957
	Toscane. *Stioro*	5,546	0,11459	0,0585
	Venise, 1000 *Passi*	28,456	0,38792	0,3002
Lorraine,	*Journal*	40,328	0,83323	0,4255
Piémont,	*Giornata*	36,005	0,74390	0,3799
Prusse.	grande *Hufe*	1,613,130	33,32913	17,0218
	Hakenhufe	107,542	2,22195	1,1347
	Landhufe	53,771	1,11097	0,5674
	Morgen. grand	53,771		
	Morgen. petit.	24,197	0,49993	0,2553
Russie,	*Dasaetina*	109,782	2,26756	1,1584
Saxe électorale,	*Acker*	52,247	1,07948	0,5513
Souabe,	*Jouchart*	13,299	0,27477	0,1403
Suède,	*Tunna-Land*	46,773	0,96639	0,4935
Suisse.	Berne, de bois	36,666 2/5	0,75755	0,3869
	Juchart de champs	32,592	0,67338	0,3439
	Zurich, de champs	30,711	0,63452	0,3240
	Juchart de bois	34,120	0,70495	0,3600
Tyrol,	*Jauch* ou *Jauchart*	40,999	0,84707	0,4326

(*a*) Cet arpent était composé de *cent perches carrées*, de *vingt-deux pieds de côté*.

(*b*) L'*are*, qui est l'unité des nouvelles mesures agraires, répond à un carré de *dix* mètres (décamètre) de côté. L'*hectare* est une surface de *cent ares;* il répond à un hectomètre carré.

Pour la comparaison de ces anciennes et nouvelles mesures agraires de France, on pourra se servir de ces *rapports approximatifs*.

Hectares
- 24 = 47 arpens des eaux et forêts.
- 27 = 79 arpens de Paris de 18 pieds pour perche.
- 419 = 45 arpens communs de 20 pieds pour perche.
- 67 = 82 acres de Normandie de 160 perches à 22 pieds.

TABLEAU COMPARATIF des MESURES ITINÉRAIRES ET TOPOGRAPHIQUES, *considérées* 1° *comme mesures de* distance *dans leurs rapports au degré* (*nonagésimal*) *de l'équateur à la lieue géographique de France de* 25 *au degré, et au kilomètre;* 2° *comme mesures* d'étendue superficielle *dans leurs rapports aux* lieues *géographiques d'Allemagne* (*de* 15 *au degré*) carrées; *de France* (*de* 25 *au degré*) carrée, *et au* kilomètre carré.

RAPPORT ITINÉRAIRE			MESURES.	RAPPORT TOPOGRAPHIQUE.		
				LIEUES CARRÉES		
au degré.	Lieues de 25 au degré.	Kilomètr.		de 15 au degré.	de 25 au degré.	Kilomètres carrés.
12	2,0833 1/3	9,2708 1/3	Grande *Meile* d'ALLEMAGNE.	1,5625	4,3389	85,951
15	1 2/3	7,4166 2/3	*Meile* ordinaire ou géographique, *ibid.*	1,	2 2/3	55,004
17 5/7	1,4084	6,2676	Petite *Meile*, *ibid.*	0,714	1,987	39,2753
69 1/5	0,3616	1,6094	*Mile* légale d'ANGLETERRE.	0,0471	0,13075	2,5889
73	0,3425	1,524	*Idem*, dite de Londres, *ibid.*	0,0422	0,1173	2,32257
60	0,4167	1,8542	*Idem*, marine ou géographique, *ibid.*	0,0625	0,17363	3,4373
20	1 1/4	5,5625	*League* marine, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
33	0,7576	3,371	*Lieue* d'ANJOU.	0,2066	0,5739	11,3636
57 1/3	0,4371	1,9449	*Lieue* d'ARABIE	0,0683	0,191	3,78
28	0,8929	3	*Lieue* d'ARTOIS	0,2868	0,7973	15,785
17 1/3	1,4423	6 3/3	*Lieue* dite astronomique.	0,7489	2,079	

TABLEAUX.

105,6	0,2367		*Pfase* de Batavia et de Java	0,02018	0,005602	
26,397	0,9471		*Horaire*, *ibid.*	0,3229	0,897	
16,087	1,554e5		*Lieue*, *ibid.*	0,8694	2,4149	47,82
33	0,7576	3,37	*Lieue* de Beauce	0,2066	0,5739	11,3636
26	0,9615	4,2788	*Lieue* du Berry	0,2628	0,9245	18,308
16	1,5625	6,953	*Meile* de Bohême	0,8789	2,44	48,344
21,521	1,1617	5,1693	*Lieue* de Bourgogne	0,4858	1,3502	26,7186
20	1, $\frac{1}{4}$	5,5625	*Meile* de Brabant	0,5625	1,5625	30,9414
17	1,4706	6,5441	*Lieue* du Brésil	0,7385	2,1638	42,8239
33	0,7576	3,371	*Lieue* de Bretagne	0,2066	0,5739	11,3636
28	0,8929	3,9732	*Lieue* de Cayenne	0,2868	0,7973	15,7847
28,54	0,8759	3,898	*Lieue* du Canada	0,2762	0,7672	15,1944
35	0,71429	3,17857	*Lieue* du Carnate (Hindoustan)	0,1837	0,5102	10,1
192,4	0,1299	0,5782	*Li* de la Chine	0,006078	0,01687	0,3343
11	2,2727	10,1136	*Gros* ou *Gau* de Coromandel	1,859	5,1663	102,2856
14,77	1,6926	7,5321	*Mile* de Danemarck	1,0315	2,866	56,731
12 $\frac{1}{3}$	2,027	9,002	*Meile* de Saxe, dite de Dresde	1,479	4,1087	81,036
50	$\frac{1}{2}$	2,225	*Mile* d'Ecosse	0,09	$\frac{1}{4}$	4,9506 $\frac{1}{4}$
16 $\frac{2}{3}$	1 $\frac{1}{2}$	6,675	*Legua nueva* d'Espagne	0,8117	2 $\frac{1}{4}$	44,5556 $\frac{1}{4}$
20	1 $\frac{1}{4}$	5,5625	*Idem*, dite *horaria*, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
26 $\frac{2}{5}$	0,9375	4,1718 $\frac{3}{4}$	*Idem*, dite *juridica*, *ibid.*	0,3164	0,8789	17,4056
28,54	0,8759	3,898	*Lieue* de poste (de 2,000 toises) de France	0,2762	0,7672	15,1944
25	1	4,45	*Lieue* géographique ou ordinaire, *ibid.*	0,36	1	19,8025
20	1 $\frac{1}{4}$	5,5625	*Lieue* marine, *ibid.*	0,5625	1,5625	30,9414
22 $\frac{1}{4}$	1,1236	5	*Lieue* moyenne, *ibid.*	0,4544	1,2633	25
11 $\frac{1}{9}$	2,2472	10	*Myriamètre*, ou grande lieue nouvelle, *ibid.*	1,818	5,049	100

RAPPORT ITINÉRAIRE			MESURES.	RAPPORT TOPOGRAPHIQUE.		
au degré.	Lieues de 25 au degré.	Kilomètr.		LIEUES CARRÉES de 15 au degré.	LIEUES CARRÉES de 25 au degré.	Kilomètres carrés.
111 1/4	0,2247	1	*Kilomètre*, ou petite lieue nouvelle, *ibid.*	0,01818	0,05049	1
19,025	1,3139	5,8476	*Lieue* de Gascogne.	0,6216	1,7266	34,194
26,838	0,9315	4,1452	*Lieue* de la Guyane.	0,3124	0,8677	17,181
	1,3158	5,855	*Meile* de la Hollande.	0,6232	1,7319	34,281
13 1/3	1,875	8,34375	*Meile* de Hongrie	1,266	3,5159	69,622
42 3/41	0,5848	2,6023	*Cos* ou *Coru* de l'Hindoustan	0,1231	0,342	6,7718
40	0,625	2,78125	*Mile* de l'Irlande.	0,1416 2/3	0,3907	7,735
3	8 1/3	37,08333 1/3	*Tingmannaleid* de l'Islande.	25	69 4/9	1375,1736
9	2 7/9	12,36 1/3	*Mil* marin, *ibid.*	2,778	7,716	152,797
12	2,0833	9,2708	*Idem*, ordinaire de terre, *ibid.*	1,5625	4,3389	85,96
58,48	0,4275	1,9024	*Lega* du Bolonais en Italie.	0,0[illegible]579	0,1828	5,619
67 1/2	0,3718	1,65427	*Idem*, du Milanais, *ibid.*	0,[illegible]4975	0,1383	2,7366
57,71	0,4332	1,9277	*Idem*, de Naples, *ibid.*	0,[illegible]36756	0,1877	3,716
74,7	0,3347	1,4719	*Idem*, de l'Etat Romain, *ibid.*	0,[illegible]2403	0,1121	2,1667
68 1/2	0,3663	1,62967	*Idem*, de Toscane, *ibid.*	0,[illegible]483	0,1342	2,6558
60,62	0,4124	1,8352	*Idem*, de l'Etat Vénitien, *ibid.*	0,06123	0,17009	3,368
12,44	2,001	8,9429	*Meile* de Lithuanie.	1,454	4,004	79,977
28	0,8929	3[illegible]32	*Meile* de Luxembourg	0,2868	0,79727	15,784
23	1,087	[illegible]66	*Lieue* du Lyonnais.	0,4253	1,18157	23[illegible]6

10	2½	11	*Gros* ou *Gau* de MALABAR	1¼	6¼	123	6¼
17	1,47066	6,0441	*Lieue* de MYSORE (Hindoustan)	0,7786	2,164	44,24	
10	2½	11⅛	*Mile* de NORVÈGE	2¼	6¼	123,765	
24	1,0417	4,6354	*Lieue* du PERCH	0,3906	1,0857	21,491	
12½	2	8,9	*Parasange* de PERSE	1,4	4,	79,21	
48	0,5208	2,3177	*Lega* de PIÉMONT	0,6766	0,27123	5,373	
24	1,0417	4,6354	*Lieue* du POITOU	0,3906	1,0857	21,491	
20	1¼	5,5625	*Lieue* de POLOGNE	0,5625	1,5625	30,9414	
18	1,3889	6,18056	*Legua* de PORTUGAL	0,6944	1,9293	38,199	
14,37	1,7328	7,7488	*Meile* de PRUSSE	1,089	3,003	60,045	
19,025	1,3139	5,8476	*Lieue* de PROVENCE	0,6216	1,7266	34,194	
104¼	0,2396	1,06714	*Werste* ordinaire de Russie	0,0207	0,05741	1,1385	
104,716	0,23874	1,0624	*Idem*, déterminée, *ibid.*	0,0205	0,057	1,1278	
110,4	0,22645	1,0077	*Idem*, selon M. Trescot, *ibid.*	0,0192	0,05128	1,014	
17,453	1,43244	6,3744	*Mille géographique* de 6 werstes, *ibid.*	0,7387	2,05	40,63	
12,29	2,0342	9,0521	*Meile*, dite de Police de SAXE	1,49	4,1371	81,939	
28,942	0,8638	3,8438	*Roé-ning* de SIAM	0,2686	0,74615	14,77	
17,18	1,4552	6,47⅝	*Meile* de SILÉSIE	0,7623	2,117	41,93	
10⅖	2,4038	10,6971	*Mile* de SUÈDE	2,08	5,7792	114,45	
10	2½	11⅛	*Gos* ou *Gau* de SURATE	2¼	6¼	123,7656	
26,838	0,9315	4,1452	*Lieu* de SURINAM	0,3124	0,8677	17,181	
66⅔	0,375	1,6687	*Berri* de TURQUIE	0,05062	0,1406	2,786	
28,537	0,8761	3,8985	*Lieue* de TOURAINE	0,2763	0,7676	15,195	
10	2½	11⅛	*Meile* du cercle de WESTPHALIE	2¼	6¼	123,765625	

X.

TABLEAUX DES MESURES DES ANCIENS.

A. MESURES ITINÉRAIRES.

	MESURES FRANÇ. Kil. Mètres.
Le Schœne ou Relais de la moyenne Egypte. .	20
Le Schœne ou Relais de la Thébaïde, ou le *Gau* indien connu sous le nom de *Stathme*	10
Le Schœne du Delta = 9,600 pas simples . . .	6 $\frac{2}{3}$
La Parasange = 7,200 pas simples	5
Le *Coss* indien = 3,600 pas simples	2 $\frac{1}{2}$
Le Mille égyptien = 2,880 pas simples	2
Le Mille persan ou asiatique	1 $\frac{2}{3}$
Le Mille hébreu	1 $\frac{1}{6}$
Le Stade pythique ou delphique	0,148 $\frac{4}{27}$
Le Stade moyen dit nautique ou persien . . .	0,166 $\frac{2}{3}$
Le grand Stade dit alexandrin ou égyptien . .	0,222 $\frac{2}{9}$
Le Stade philétérien ou Stade royal	0,210,14
Le Stade grec olympique	0,185,37
Le Stade d'Eratosthènes	0,159,2
Le Stade de Cléomène	0,133,47
Le Stade d'Aristote ou petit Stade	0,09,8

B. MESURES LINÉAIRES.

	Mèt Millim.
La Coudée royale de Babylone	0,4687
La Coudée moyenne	0,416 $\frac{2}{3}$
Le *Pygon* ou *Palmipes*	0,347 $\frac{2}{3}$
Le Pied dit géométrique	0,277 $\frac{7}{9}$
Le Pied pythique ou delphique	0,246,9
Le *Palmus* major	0,086,3
Le Palme commun ou la Paleste	0,069 $\frac{4}{5}$
Le Pouce ou l'Once du Pied géométrique . . .	0,023 $\frac{4}{23}$
Le *Dactyle* ou doigt	0,017 $\frac{1}{30}$
L'Hecatonpède olympique	30,864
L'Exapode	1,851

	MESURES FRANÇ. Mèt. Millim.
La Coudée de 18 pouces olympiques	0,463
Le Pied olympique.	0,308,6
L'Exapode de 6 pieds romains	1 $\frac{7}{9}$
Le grand Pas de 5 pieds *idem*.	1 $\frac{15}{27}$
Le Pas commun de 2 pieds *idem*.	0 $\frac{16}{27}$
Le Pied romain.	0 $\frac{8}{27}$

C. MESURES AGRAIRES.

	Mètres carrés.	fractions décim.
Le *Plethre* = 100 Pieds olympiques carrés..	9	526
L'*Exapode* = 36 Pieds olympiques carrés. .	3	429
Le *Saltus* de 4 Centuries.	2,022,716	
La *Centurie* de 100 Heredies.	505,679	
L'*Heredie* de 2 Jugeres.	5,056	79
Le *Jugere* de 800 Exapodes	2,528	395

XI.

TABLEAU COMPARATIF *des principaux Vents.*

ROSE DE QUATRE VENTS.

NOMS GRECS.	NOMS MODERNES.	PLACE sur le compas*	
		degrés.	Voyez *Homère*, Odyssée, liv. V, v. 295.
Boreas.	Nord.	0	
Euros.	Est.	90	
Notos.	Sud.	180	
Zephyros.	Ouest.	270	

ROSE DE HUIT VENTS.

NOMS GRECS OU LATINS.	NOMS MODERNES.	PLACE sur le compas.	
		degrés.	Voyez l'explication de *la tour des vents, à Athènes*; chez *Vitruve*, l. I, cap. 6; *Aristote*, Météorol. g., l. II, cap. 6. *Plin.*, l. II, c. 22; *Aulugelle*, lib. II, cap. 22; *Agathémère*, géograph., lib. I, c. 2, etc., etc.
Boreas; Aparctias; Septentrion.	Nord.	0	
Cœcias; Aquilo; [quelq. *Boreas*].	Nord-Est.	45	
Apeliotes; Subsolanus [qu. *Eurus*].	Est.	90	
Euronotos; Vulturnus [souv. *Eurus*].	Sud-Est.	135	
Notos; Auster.	Sud.	180	
Libs; Africus.	Sud Ouest.	225	
Zephyrus; Favonius.	Ouest.	270	
Corus; Skiron; Argestes.	Nord-Ouest.	315	
Boreas, etc.	Nord.	360	

ROSE DE DOUZE VENTS.

NOMS ANCIENS.	RAPPORT avec les noms mod., V. ci-dessous.	PLACE sur le compas	
Aparctias; Septentrio [*Boreas*].	Nord.	0	Voyez *Aristote*, loc. cit.; *id. De Mundo*, caput 4; *Agathémère*, loc. cit.; *id.* lib. II, cap. 2; *Pline*, loc. cit.; *Seneque*, Natur. quæst., lib. V, cap. 16. — Pour la rose de 21 vents, basée sur celle de 12, consultez *Saumaise*, Exerc. Plinian., [illegible] 892.
Meses [souv. *Boreas* et *Aquilo*].	N. E. ¼ N. — 3° ¾	30	
Cœcias.	N. E. ¼ E. + 3° ¾	60	
Apeliotes; Subsolanus.	Est.	90	
Eurus; Vulturnus.	S. E. ¼ E. — 3° ¾	120	
Phœnix; Euronotus.	S. E. ¼ S. + 3° ¾	150	
Notus; Auster.	Sud.	180	
Libonotus; Libophœnix.	S. O. ¼ S. — 3° ¾	210	
Libs; Africus.	S. O. ¼ O. + 3° ¾	240	
Zephyros; Favonius.	Ouest.	270	
Iapix; Corus; Argestes, etc.	N. O. ¼ O. — 3° ¾	300	
Thracias; Cercias.	N. O. ¼ N. + 3° ¾	330	
Aparctias.	Nord.	360	

* En comptant depuis le nord tout autour du compas. C'est pour mieux nous faire comprendre que nous employons cette manière de compter. Les navigateurs comptent par *quarts de cercle* seulement; en allant de nord vers est et ouest, de même de sud vers est et ouest.

ROSE DE TRENTE-DEUX VENTS.

N. B. On désigne *Nord* par *N.*, *Est* par *E.*, et ainsi de suite.

NOMS ANGLAIS.	NOMS FRANÇAIS.	NOMS ITALIENS.	Place sur le compas
North [N.]	Nord [N.]	Tramontana	0
N. by E.	N. ¼ N. E.	¼ di T. verso Greco	11 ¼
N. N. E.	N. N. E.	Greco-Tramontana	22 ½
N. E. by N.	N. E. ¼ N.	¼ di Greco verso T.	33 ¾
[N. E.] *North-East.*	[N. E.] *Nord-Est.*	*Greco*	45
N. E. by E.	N. E. ¼ E.	¼ di Gr. v. Levante	56 ¼
E. N. E.	E. N. E.	Greco-Levante	67 ½
E. by N.	E. ¼ N. E.	¼ di Levante v. Gr.	78 ¾
East	Est	Levante	90
E. by S.	E. ¼ S. E.	¼ di Lev. v. Scirocco	101 ¼
E. S. E.	E. S. E.	Levante-Scirocco	112 ½
S. E. by E.	S. E. ¼ E.	¼ di Scirocco v. Lev.	123 ¾
S. E. [*South-East*].	S. E. [*Sud-Est.*].	*Scirocco*	135
S. E. by S.	S. E. ¼ S.	¼ di Sciroc. v. Ostro	146 ¼
S. S. E.	S. S. E.	Ostro-Scirocco	157 ½
S. by E.	S. ¼ S. E.	¼ di Ostro v. Scir.	168 ¾
South	Sud	Ostro	180
S. by W.	S. ¼ S. O.	¼ di Ostro v. Libeccio	191 ¼
S. S. W.	S. S. O.	Ostro-Libeccio	202 ½
S. W. by S.	S. O. ¼ S.	¼ di Libeccio v. Ostro	213 ¾
S. W. [*South-West*].	S. O. [*Sud-Ouest*].	*Libeccio*	225
S. W. by W.	S. O. ¼ O.	¼ di Lib. v. Ponente	236 ¼
W. S. W.	O. S. O.	Ponente-Libeccio	247 ½
W. by W.	O. ¼ S. O.	¼ di Ponente v. Libecc.	258 ¾
West	Ouest	Ponente	270
W. by W.	O. ¼ N. O.	¼ di Pon. v. Maestro	281 ¼
W. N. W.	O. N. O.	Maestro-Ponente	292 ½
N. W. by W.	N. O. ¼ O.	¼ di Maestro v. Pon.	303 ¾
N. W. [*North-West*].	N. O. [*Nord Ouest*].	*Maestro*	315
N. W. by N.	N. O. ¼ N.	¼ di M. v. Tramontana	326 ¼
N. N. W.	N. N. O.	Maest.-Tramontana	337 ½
N. by W.	N. ¼ N. O.	¼ di Tram. v. Maestro	348 ¾
North	Nord	Tramontana	360

N. B. Avec les noms anglais on s'expliquera facilement les noms danois, suédois, hollandais et allemands. Les noms italiens sont en usage dans presque toute la Méditerranée.

TABLE

DES MATIÈRES

Contenues dans ce Second Volume.

LIVRE VINGT-TROISIÈME. — *Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme un corps céleste, et dans ses rapports avec les autres corps célestes ; des Longitudes et Latitudes.* . 1

L'astronomie exclue de ce traité. . . . . *ibid.*
Preuves de la rotondité de la terre. 2
Preuves tirées des apparences terrestres. . . . *ibid.*
Preuves tirées des apparences célestes. . . . 3
Confirmation par les voyages autour du monde. 5
Préjugés contraires. . . . . *ibid.*
Inégalité du globe. 6
Pôles. Horizon. Méridien. 7
Points cardinaux. 8
Mesures angulaires. Degrés, etc. Horizon rationn. . 9
Zénith. Nadir. Verticale. 10
Changemens de l'horizon. 11
Apparences célestes qui en résultent. . . . *ibid.*
Equateur. Hauteur du pôle. 12
Distance des lieux terrestres de l'équateur. . . *ibid.*
Distance des lieux d'après leurs méridiens. . . 13
Définition de la latitude et de la longitude. . . 14
Mouvemens apparens du soleil. . . . . *ibid.*
Hypothèse de Copernic. 15
Mouvemens réels de la terre. . . . . *ibid.*
Effets de diverses positions de la terre. . . . 16
Position de la terre aux équinoxes. 17
Saisons astronomiques. 18
Avantage de l'hémisphère boréal. 19
Le zodiaque. Les douze signes. . . . . *ibid.*
Les tropiques. Cercles polaires. Zones terrestres. 20
Climats mathématiques. 21

Antéciens. Périéciens. Eterosciens. Périsciens, etc. 21
Sphère droite, oblique et parallèle. 22
Obliquité de l'écliptique 23
Année tropique. . . . . *ibid.*
Année sidérale. 24
Jour moyen. Jour sidéral. Jour solaire. . . . *ibid.*
Temps moyen ou astronomique. 25
Mouvement de la lune. Mois. . . . . *ibid.*
Phases de la lune. . . . . *ibid.*
Eclipses du soleil et de la lune. 26
Longitudes par les éclipses de la lune. . . . 27
Longitudes par les satellites de Jupiter. . . . 28
Longitudes par les éclipses du soleil. 29
Longitudes par l'occultation des étoiles. . . . 30
Longitudes par les distances lunaires. . . . . *ibid.*
Origine et progrès de cette méthode. 31
Usage des chronomètres. . . . . *ibid.*
Correction des longitudes. 32
Réfraction. . . . . *ibid.*
Parallaxe des planètes. Perturbations. . . . 33
Instrumens. Cercle répétiteur. 34
Tables du soleil. . . . . *ibid.*
Calcul de la méridienne par les hauteurs du soleil. 35
Gnomon. 36
Angle horaire. Azimuth. Amplitude. 37
Usage des signaux de poudre à canon. . . . 38

LIVRE VINGT-QUATRIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des véritables dimensions du Globe, de son aplatissement et des bases du nouveau système Métrique.* 40

Principes des mesures de la terre. . . . . *ibid.*
Mesures des anciens. . . . . *ibid.*
Gnomon d'Eratosthènes. 41
Mesures de Snellius, de Norwood; etc. . . . *ibid.*
Mesure de Picard. 42
Opérations trigonométriques. . . . . *ibid.*
Opérations astronomiques. 43
Dimensions de la terre. 44
Expérience sur le pendule. . . . . *ibid.*
Théories d'Huyghens et de Newton. 45
Recherches de Maclaurin et de Clairault. . . 46
Inégalité des degrés sur le sphéroïde aplati. . 47
Paralogisme à ce sujet. 48
Mesures de Laponie et du Pérou. 49
Diverses mesures. 50

Comparaison de ces mesures par Fris. . . . 51
Erreurs dans ces mesures. . . . . *ibid.*
Mesure faite à la Chine. 52
Erreurs causées par l'attraction. . . . . *ibid.*
Opinions sur l'irrégularité des méridiens. . . 53
Hypothèse de M. Klügel. 54
Mesure de Delambre, Méchain, Biot, etc. . . 55
Quantité de l'aplatissement. 56
Accord avec les phénomènes célestes. . . . . *ibid.*
Nouvelle mesure des astronomes suédois. . . . 57
Accord avec la mesure française. . . . . *ibid.*
Aplatissement de Jupiter. . . . . *ibid.*
Mesures anglaises. . . . . *ibid.*
Doutes. 58
Conclusions géographiques. . . . . *ibid.*
Tableau des dimensions du globe. 59
Si les anciens ont connu l'aplatissement du globe. . . 61

LIVRE VINGT-CINQUIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Globes terrestres, de leur construction et de leurs principaux usages.* . 62

Description du globe artificiel. . . . . *ibid.*
Règles pour choisir un globe. 63
Construction du globe. 64
Décroissemens des degrés des parallèles. . . . 65
Premier méridien. 66
Méridien et anti-méridien. 67
Longitude comptée à la manière des marins. . *ibid.*
Réduction des longitudes géographiques. . . . 68
Réduction des longitudes nautiques. 69
Manière ordinaire de faire des globes. 71
Usages du globe. Distance des lieux. 72
Remarques sur la mesure des distances. . . . 73
Loi du décroissement des degrés de longitudes. 74
Rapport des lieux aux points de l'horizon. . . 75
Lignes est et ouest. 76
Route du navigateur. . . . . *ibid.*
Ligne loxodromique. 77
Mesure de la superficie du globe. . . . . *ibid.*
Utilité des calculs précédens. . . . . *ibid.*
Calculs d'après les tables aréométriques. . . 16
Remarque sur ces calculs. 17
Diverses questions résolues par le globe. . . *ibid.*
Trouver les positions géographiques. 82
Trouver la longueur des jours. . . . . *ibid.*
Trouver les points du lever et du coucher du soleil. 83

Mesurer les distances. 83
Rectifier le globe. . . . . *ibid.*
Autre méthode pour trouver la longueur des jours. 84
Nouvelle construction des globes. 85
Remarques historiques sur les globes. 86

LIVRE VINGT-SIXIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Cartes géographiques. De la Projection stéréographique, de l'orthographique et de la centrale.* 89

Diverses espèces des cartes géographiques. . . *ibid.*
Des surfaces développables. 90
Des projections. . . . . *ibid.*
Lois de la projection orthographique. 91
Lois de la projection stéréographique. . . . 92
Trois sortes de projections stéréographiques. . 93
Projection polaire. . . . . *ibid.*
Tracé des méridiens et des parallèles. 94
Projection équatoréale ou sur un méridien. . . 95
Tracé des méridiens. . . . . *ibid.*
Tracé des parallèles 96
Projection horizontale . . . . . *ibid.*
Tracé des méridiens 97
Tracer les méridiens par points. 98
Tracé des parallèles. 99
Propriétés de la projection stéréographique. . *ibid.*
Mesure des distances sur une carte stéréographique. 100
Origine de la projection stéréographique . . 101
Projections orthographiques. 102
Projection polaire . . . . . *ibid.*
Projection équatoréale. 103
Projection horizontale, tracé des méridiens. . 104
Projection des parallèles . . . . . *ibid.*
Projection centrale. 105
Propriétés de cette projection 106
Défauts de toutes les projections. . . . . *ibid.*
Modifications proposées par *Lahire* et *Parent*. 107

LIVRE VINGT-SEPTIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Cartes géographiques et hydrographiques par développement conique et cylindrique. Des Projections par parties porportionnelles.* 109

Projection conique simple. . . . . *ibid.*

Modification de la projection conique. . . . 110
Projection de l'Isle de la Croyère. . . . 111
Méthode proposée par *Euler*. . . . . *ibid.*
Projections de *Murdoch* 112
Coniglobes. 113
Projection d'*Albers*. 114
Première méthode de *Ptolémée*. 115
Deuxième méthode de Ptolémée. 116
Modification de la projection de Ptolémée. . . 117
Projection de *Flamsteed* 118
Correction de cette projection . . . . . *ibid.*
Tracé de la projection de Flamsteed corrigée . 119
Echelle de la carte 120
Remarque sur l'échelle de la carte 121
Développemens cylindriques. 122
Des lignes loxodromiques. . . . . *ibid.*
Constructions des cartes plates 123
Défauts des cartes plates 124
Projection de *Mercator*, ou cartes réduites . . *ibid.*
Tables des latitudes croissantes. 125
Projections proportionnelles. 126
Projections de *Lambert*. Projection polaire. . *ibid.*
Projection équatoréale. 127
Altération de cette projection 128
Projection de *Cassini* . . . . . *ibid.*
Propriétés de cette projection 129
Fuseaux du globe terrestre . . . . . *ibid.*

LIVRE VINGT-HUITIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Continuation et fin de la Théorie des Cartes géographiques. Du choix et de la réunion des Détails.* 131

Choix des projections et de l'échelle . . . . *ibid.*
Cartes politiques et physiques 132
Cartes militaires. . . . . *ibid.*
Cartes nautiques. 133
Cartes scientifiques. . . . . *ibid.*
Cartes élémentaires. 134
Emploi des observations astronomiques . . . 135
Emploi des mesures géodétiques 136
Réunion des levés géométriques. . . . . *ibid.*
Réduction par le treillis 136
Cartes chorographiques. 137
Des plans non orientés et sans échelle. . . . 138
Cartes générales. . . . . *ibid.*
Correction des erreurs de topographie 139

Emploi des distances itinéraires. 139
Evaluation des mesures 140
Tracé d'une route nautique. 141
Trouver la direction d'une route 142
Courbure sphérique d'une route. 143
Erreurs des distances itinéraires 145
Détours de la route. Valeur des journées de marche 146
Erreurs d'estime des navigateurs. 147
Exemple tiré des îles de Salomon. 148
Emploi des cartes anciennes. . . . . *ibid.*
Comparaison des cartes 149
Défauts communs des cartes anciennes . . . *ibid.*
Combinaison des distances discordantes . . . 150
Signes géographiques 151
Enluminure 152
Orthographe des noms. 153
Signes de géographie-physique. 154
Dessin des montagnes. 155
Méthode proposée pour exprimer les niveaux. . 156
Jugement sur cette méthode. . . . . 157.

LIVRE VINGT-NEUVIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Premiers aperçus de la Géographie-Physique. Formes générales et distribution des Continens et des Mers. Configuration extérieure des Montagnes, Vallées, Plaines et Côtes.* 159

Vues générales sur la Géographie-physique. . *ibid.*
Etat imparfait des observations. 160
Divisions physiques du globe. Continens. Mers, etc. 161
Méditerranées. Golfes, etc. 162
Péninsules, etc. . . . . *ibid.*
Nouveau continent. Ancien continent. Parties du Monde 163
L'Océan . . . . . *ibid.*
Classification des mers. 164
Hémisphère terrestre et aquatique. 165
Dimensions de l'Océan austro-oriental . . . 166
Comparaison des hémisphères boréal et austral. *ibid.*
Si les terres australes sont nécessaires à l'équilibre du globe. 167
Direction des péninsules et des continens. . . 168
Proximité du pôle. 169
Contrastes de configuration. . . . . *ibid.*
Montagnes, plateaux, formes des montagnes. . 170
Aiguilles, pics, dents, etc. 171

Pics volcaniques. 172
Montagnes percées à jour. . . . . *ibid.*
Montagnes isolées et par chaînes. 173
Connexion des chaînes. . . . . *ibid.*
Pentes des montagnes. 174
Angles saillans et rentrans. 175
Vallées en forme de bassins. 176
Pentes et niveau des vallées. . . . . *ibid.*
Passes, défilés; portes des nations. . . . . *ibid.*
Exemples mémorables. 177
Basses vallées. Plaines hautes et basses. . . . *ibid.*
Côtes escarpées et dentelées. Côtes acores. Côtes par collines. 178
Côtes par dunes. 179
Iles plates. . . . . *ibid.*
Iles volcaniques. 180
Chaînes et groupes d'îles. . . . . *ibid.*
Sur les chaînes des montagnes et les partages d'eaux. *ibid.*
Sur les chaînes sous-marines. 181
Direction générale des montagnes de notre globe. 182
Grande chaîne du globe. 183
Pente générale des continens. 184
Élévation des montagnes. 185

LIVRE TRENTIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Structure intérieure des parties solides de la Terre. Des Bancs, Couches, Cavernes et Filons.* 186

Couches, bancs, assises. Blocs. Feuillets. . . *ibid.*
Inclinaison des couches parallèles. 187
Couches renversées et redressées, concentriques et arquées. 188
Cavités et fentes du globe. . . . . *ibid.*
Cavernes et grottes. 189
Profondeur, étendue. Température. . . . . *ibid.*
Stalactites. Ossemens. Eaux des cavernes. . . 190
Cavernes volcaniques. . . . . *ibid.*
Cavernes basaltiques. 191
Filons. . . . . *ibid.*
Direction des filons. 192
Gangue; formation. . . . . *ibid.*
Epaisseur des couches. . . . . *ibid.*
Ordre de superposition. 193
Terrains primaires, secondaires et tertiaires. *ibid.*
Montagnes du premier ordre. 194

Ordre réciproque des terrains primaires. . . 194
Terrains de transition. 195
Montagnes du second ordre. . . . . *ibid.*
Terrains tertiaires. 196
Terrains d'alluvion. 197
Amas de galets. . . . . *ibid.*
Laves ou éjections volcaniques. 198
Basaltes. 199
Blocs de rochers épars. . . . . *ibid.*
Conclusion. 200

LIVRE TRENTE-UNIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances simples qui composent la partie solide de la Terre. Première section : Substances acidifères, terreuses et inflammables.* 201

Définition des substances simples et aggrégées. *ibid.*
Classes de minéraux. . . . . *ibid.*
Chaux carbonatée. Craie. 202
Marbre. Spath calcaire. Stalactites. Albâtre calcaire. 203
Incrustations. 204
Chaux phosphatée, fluatée, sulfatée. Albâtre gypseux. . . . . *ibid.*
Barite. Strontiane. Magnésie. 205
Potasse nitratée. . . . . *ibid.*
Soude muriatée. . . . . *ibid.*
Soude boratée et carbonatée. 206
Ammoniaque muriatée. . . . . *ibid.*
Alun. Cryolithe. 207
Quartz proprement dit. . . . . *ibid.*
Sable et gravier. . . . . *ibid.*
Cristal de roche. 208
Quartz-agathe ou silex. Agathe orientale. . . *ibid.*
Opale. Jaspe. Silex commun. 209
Gisemens du quartz-hyalin. . . . . *ibid.*
Fours à cristaux. 210
Gisement du quartz-arénacé. . . . . *ibid.*
Pierres-gemmes orientales. Spinelle. Topaze. Émeraude. Grenats. 211
Sur le diamant. 212
Feld-spath. . . . . *ibid.*
Feld-spath décomposé. 213
Pétrosilex. . . . . *ibid.*
Amphibole autrefois Hornblende. 214

Mica. Verre de Moscovie. 214
Gisement du mica. 215
Talc. 216
Gisement du talc. . . . . *ibid.*
Tourmaline. Lazulite. Jade. 217
Asbeste ou amianthe. . . . . *ibid.*
Soufre. 218
Anthracite. 219
Sur le carbone en général. . . . . *ibid.*
Bitume pétrole. 220
Asphalte. . . . . *ibid.*
Houille ou charbon de terre. 221
Gisement des houilles. . . . . *ibid.*
Parallélisme des couches de houille. 222
Houilles sous-marines. . . . . *ibid.*
Houilles situées dans les basaltes. 223
Jayet. . . . . *ibid.*
Bitume élastique. . . . . *ibid.*
Succin ou ambre jaune. 224
Origne de l'ambre jaune. 225

LIVRE TRENTE-DEUXIÈME.—*Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances simples qui composent la partie solide du Globe ; deuxième section : des Métaux.* 226

Vues générales sur les métaux. . . . . *ibid.*
Le platine. 227
Qualité du platine. . . . . *ibid.*
Or, son gisement. 228
Situation géographique de l'or. . . . . *ibid.*
Sables aurifères. 229
Qualités de l'or. . . . . *ibid.*
Argent. 230
Extension géographique de ce métal. Son gisement. . . . . *ibid.*
Qualité de l'argent. 231
Argent sulfuré, etc. . . . . *ibid.*
Mercure. Sa congélation. . . . . *ibid.*
Situation géographique du mercure. 233
Cinabre. . . . . *ibid.*
Plomb. . . . . *ibid.*
Gisement du plomb. Extension géographique. 234
Nickel. . . . . *ibid.*
Cuivre ; son extension géographique. 235
Gisement du cuivre. . . . . *ibid.*

Eaux cémentatoires. Malachite. 236
Qualités du cuivre. . . . . *ibid.*
Bronze ou airain. 237
Cobalt. . . . . *ibid.*
Etain. 238
Situation géographique. Qualités. . . . . *ibid.*
Fer. . . . . *ibid.*
Extension géographique du fer. 239
Fer natif. Aimant. . . . . *ibid.*
Fer sulfuré, pyrites ferrugineuses. 240
Vitriol de fer. Emeril. 241
Sur les préparations du fer. . . . . *ibid.*
Acier. 242
Qualités du fer. . . . . *ibid.*
Zinc. Calamine. Toutenague. 243
Bismuth. . . . . *ibid.*
Manganèse. 244
Antimoine. . . . . *ibid.*
Schéelin. Urane. Tellure. Molybdène. . . . *ibid.*
Arsenic. 245
Titane. . . . . *ibid.*
Chrôme, tantale, cerium, etc. . . . . *ibid.*

LIVRE TRENTE-TROISIÈME.—*Suite de la Théorie de la Géographie. Des Substances aggrégées qui composent la partie solide du Globe. Première partie : des Roches et terrains, et des Éjections volcaniques.* 246

Sur les classifications des roches. . . . . *ibid.*
Principes de classification. 247
Roches cristallisées. 249
Granite. Variétés du granite. . . . . *ibid.*
Roches quartzeuses. 250
Gneiss, roche micacée. . . . . *ibid.*
Schistes micacés, argileux, corné. 251
Porphyre. . . . . *ibid.*
Roches porphyroïdes. 252
Trapp. Pétrosilex, jade, etc. . . . . *ibid.*
Calcaire primitif. 253
Roches magnésiennes. . . . . *ibid.*
Roches conglobées. 254
Brêches. Poudingues. . . . . *ibid.*
Amygdaloïdes. 255
Roches stratifiées. . . . . *ibid.*
Sur la dissolution chimique et mécanique. . . 256
Terrains de transition. . . . . *ibid.*

Structure stratifiée. 257
Roches calcaires stratifiées. . . . . *ibid.*
Marbres ruiniforme, coquillier, etc. . . . . *ibid.*
Sur la craie. 258
Argile. . . . . *ibid.*
Ardoise. 259
Argile fermentante. . . . . *ibid.*
Marne. 260
Grès. . . . . *ibid.*
Granite recomposé. Rapakivi. . . . . *ibid.*
Roches conglomérées. 261
Divers gisemens de ces roches. . . . . *ibid.*
Roches coagulées. Basaltes. 262
Nature chimique du basalte. Configuration. . . *ibid.*
Gisement du basalte. 263
Sur l'origine volcanique des basaltes. . . . . *ibid.*
Faits contraires à l'origine volcanique. . . . 264
Origine neptunienne des basaltes. 265
Hypothèse de Werner. . . . . *ibid.*
Sur la coagulation des basaltes. 266
Terrains d'accumulation. 267
Produits volcaniques. . . . . *ibid.*
Laves lithoïdes vitrifiées, etc. 268
Pierres-ponces. Scories. . . . . *ibid.*
Pouzzolanes. Cendres, tuf volcaniques. . . . 269
Laves décomposées. 270
Bolides; pluies de pierres. 271

LIVRE TRENTE-QUATRIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des débris fossiles des Corps organiques, Végétaux et Animaux.* . 272

Coup d'œil général. . . . . *ibid.*
Débris fossiles. . . . . *ibid.*
Pétrifications. Bois pétrifiés. 273
Corps métallisés. . . . . *ibid.*
Empreintes. 274
Végétaux pétrifiés. 275
Empreintes des végétaux. . . . . *ibid.*
Ces végétaux sont exotiques. 276
Bois bituminisés. . . . . *ibid.*
Coquillages. . . . . *ibid.*
Leur abondance en France. 277
Les Faluns de la Touraine. 278
Remarques sur les coquillages d'Allemagne. . *ibid.*
Coquillages dans le nord et le midi de l'Europe. 279
Coquillages en Asie et en Afrique. . . . . *ibid.*

Coquillages sur les Cordillières. 280
Poissons fossiles. . . . . *ibid.*
Poissons fossiles de Nanterre. 281
Glossopètres. . . . . *ibid.*
Amphibies fossiles. . . . . *ibid.*
Crocodiles fossiles. 282
Ces animaux sont exotiques. . . . . *ibid.*
Bancs pélagiens et littoraux. 283
Circonstances remarquables. . . . . *ibid.*
Débris de cétacés. 284
Oiseaux et insectes. . . . . *ibid.*
Reste de quadrupèdes dans le plâtre, les marais et les cavernes. 285
Éléphant fossile de Sibérie. . . . . *ibid.*
Éléphans fossiles en Europe, en Islande et en Amérique. 286
Mastodonte, animal fossile. 287
Os de rhinocéros, d'hyppopotames, etc. . . . *ibid.*
Dimensions gigantesques. . . . . *ibid.*
Carnassiers et ruminans fossiles. Sarigues. . . 288
De l'origine des os dans les cavernes. . . . . *ibid.*
Origine des ossemens trouvés dans le plâtre. . . 289
Origine des ossemens trouvés dans les terrains meubles. . . . . *ibid.*
Ossemens humains. 291

LIVRE TRENTE-CINQUIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De l'Eau en général. Des Sources, Fleuves et Lacs.* 292

De l'eau en général. . . . . *ibid.*
Sources. . . . . *ibid.*
Vapeurs attirées par les hauteurs. 293
Infiltration des eaux marines. . . . . *ibid.*
Sur l'infiltration des eaux pluviales. 294
Mouvement de l'eau courante. 295
Sources jaillissantes. . . . . *ibid.*
Fontaines intermittentes ou périodiques. . . . 296
Fontaines de disette et d'abondance. 297
Eaux souterraines. . . . . *ibid.*
Glaciers. 298
Fleuves, rivières, torrens et ruisseaux. . . . 299
Bassins hydrographiques. . . . . *ibid.*
Massifs ou plateaux hydrographiques. . . . 300
Lits de fleuves. . . . . *ibid.*
Pentes des rivières. 301
Fleuves sans embouchure. 302

Cataractes et cascades. 301
Hauteurs des cataractes. 303
Crues périodiques des rivières. . . . . *ibid.*
Crues des rivières parallèles à l'équateur. . . . 304
Crues des rivières coulant du nord au sud, et *vice versâ*. . . . . *ibid.*
Fleuves qui se perdent sous terre. Causes de ce phénomène. 305
Embouchure des fleuves. 306
Le *Mascaret*. Le *Poroca*. . . . . *ibid.*
Lacs. Lacs absolument isolés. 307
Lacs qui ne reçoivent point d'eau courante. . *ibid.*
Lacs qui reçoivent et émettent des eaux. . . . 308
Lacs sans débouché. . . . . *ibid.*
Sur l'évaporation et l'infiltration de ces lacs. . . 309
Lacs périodiques. . . . . *ibid.*
Si les périodes sont régulières. 310
Lacs qui se soulèvent, qui bouillonnent, etc. . . 311
Iles flottantes. . . . . *ibid.*
Iles flottantes, périodiques et qui se fixent. . 312
Température des lacs. 313
Lacs à doubles fonds. . . . . *ibid.*
Nature chimique des eaux. . . . . *ibid.*
Influence des expositions sur les eaux. . . . 314
Eaux de marais. . . . . *ibid.*
Eaux de collines et de montagnes, de lacs, de fleuves. 315
Eaux de puits, de mer, de pluie, de neige et de glace. 316
Pesanteur des eaux. 317
Eaux minérales et acidulées. . . . . *ibid.*
Eaux ferrugineuses. 318
Eaux amères, alumineuses, savonneuses, etc. . *ibid.*
De la formation des eaux minérales. 319
Eaux vénéneuses. . . . . *ibid.*
Eaux métallifères. 320
Eaux salées. Leur origine. . . . . *ibid.*
Eaux chaudes sulfureuses. 321
Eaux qui s'enflamment. 322
Eaux pétrifiantes. . . . . *ibid.*
Eaux incrustantes. 323

LIVRE TRENTE-SIXIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Mer et des Eaux marines. Des Marées. Des Courans.* . . . 324

Vues générales. . . . . *ibid.*

Fonds du bassin de la mer. 324
Sources d'eau douce dans la mer. 325
Profondeur de la mer. . . . . *ibid.*
Niveau des mers. 326
Nature chimique des eaux marines. 327
Salure de la mer. . . . . *ibid.*
Variations de la salure des eaux marines. . . 328
Origine de la salure des eaux marines. . . . 329
Essai pour rendre potable l'eau marine. . . . 330
Couleur des eaux marines. . . . . *ibid.*
Végétation marine. 331
Lumière de mer. . . . . *ibid.*
Phosphorescence des animaux marins. . . . . *ibid.*
Phosphorescence des matières putréfiées. . . . 332
Frottemens des eaux. 333
Température de la mer. . . . . *ibid.*
Glaces marines. 334
Aspect de ces glaces. . . . . *ibid.*
Dangers du navigateur dans les mers glaciales. 335
Etendue des glaces marines. 336
Mouvemens des eaux marines. . . . . *ibid.*
Régions de la mer. 337
Ondes, flots, lames. . . . . *ibid.*
Causes des ondulations. 338
Marées. . . . . *ibid.*
Action de la lune. 339
Marée haute et basse. 340
Action du soleil. 341
Grandes marées équinoxiales. 342
Variations des marées. . . . . *ibid.*
Mers sans marées. 343
Marées dans les golfes. 344
Courans maritimes. . . . . *ibid.*
Courans polaires. Courant équatoréal. . . . 345
Cause du courant équatoréal. 346
Courans du grand Océan oriental. 347
Courant du détroit de Bass. 348
Courant du golfe du Bengale. . . . . *ibid.*
Divers courans de la mer des Indes. 349
Courant de la côte Natal. . . . . *ibid.*
Courans sur la côte orientale de l'Asie. . . . 350
Courans de l'Océan occidental. . . . . *ibid.*
Courant du cap Saint-Augustin. 351
Courans du golfe de Guinée et du golfe du Mexiq. *ibid.*
Courans de la mer Glaciale. 352
Bois flottans. . . . . *ibid.*
Doubles courans. . . . . *ibid.*

Courans opposés. 353
Tournans d'eau. . . . . *ibid.*
Profondeur et vitesse des courans. 354

LIVRE TRENTE-SEPTIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Du Fluide ambiant du Globe ou de l'Atmosphère. Des Météores.* . . . 355

Vues générales. . . . . *ibid.*
Diverses espèces de fluides atmosphériques. . . 356
De l'air. . . . . *ibid.*
Salubrité de l'air. Couleur et pesanteur de l'air. 357
Du baromètre et de son usage géographique. . . 358
Effets de la diminution de la pesanteur. . . . 359
Rapport entre le poids de l'air et de l'eau. . . *ibid.*
Elasticité de l'air. Dilatation de l'air. 360
Hauteur de l'atmosphère. . . . . *ibid.*
Variation de la hauteur de l'atmosphère. . . . 361
L'évaporation. Ses deux modes. . . . . *ibid.*
Nature des évaporations. 362
Météores aqueux. 363
Nuages. . . . . *ibid.*
Brouillards humides et secs. Rosée. 364
Gelée blanche. Pluie. Neige. 365
Grêle. 366
Effets des météores aqueux. 367
Quantité des eaux atmosphériques. 368
Nature des eaux atmosphériques. . . . . *ibid.*
Pluies de sang, de soufre, de feu, etc. . . . 369
Phénomènes optiques. 370
Crépuscule et Aube. Aurore et coucher du soleil. *ibid.*
Parélies ou faux soleils. Parasélènes. 371
Arc-en-ciel. 372
Mirage. . . . . *ibid.*
Lumière zodiacale. 373
Météores ignés. 374
Tonnerre. . . . . *ibid.*
Foudre descendante et ascendante. 375
Variations du fluide électrique. . . . . *ibid.*
Effets des orages. 376
Aurore boréale. 377
Explication de l'aurore boréale. 378
Remarque sur cette explication. 379
Feux-follets. Fontaines ardentes. 380
Étoiles tombantes. 381
Feu de Saint-Elme. . . . . *ibid.*
Globes de feu. 382

Magnétisme. Aiguille aimantée. 383
Déclinaison de l'aiguille. Inclinaison de l'aiguille. 384
Méridiens, pôles et équateurs magnétiques. . . 385

LIVRE TRENTE-HUITIÈME — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Mouvemens propres de l'Atmosphère ou des Vents.* 386

Définition des vents. . . . . *ibid.*
Vélocité des vents. . . . . *ibid.*
Genres des vents. 387
Cause du vent constant d'est. . . . . *ibid.*
Modifications du vent constant d'est. 388
Causes des vents variables. 389
Brises de mer et de terre. . . . . *ibid.*
Vents de nature particulière. 390
Influence de la lune. . . . . *ibid.*
Ouragans. . . . . *ibid.*
Trombes ou siphons. 391
Causes des trombes. 392
Vent alizé dans l'Océan Atlantique. . . . . *ibid.*
Vents du golfe de Guinée. 393
Région des calmes. . . . . *ibid.*
Travades. 394
Vents alizés du grand Océan. . . . . *ibid.*
Moussons ou vents semestreaux de la mer des Indes. 395
Variations des moussons. Comment les moussons changent. 396
Doubles vents. 397
Explication générale des moussons. . . . . *ibid.*
Explication des circonstances particulières. . . 398
Conséquence générale. 399
Utilité et agrément des vents. 400

LIVRE TRENTE-NEUVIÈME. *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Température locale de l'atmosphère ou des Climats physiques.* 401

Climat physique. Ses causes. . . . . *ibid.*
Calorique libre ou latent. 402
Réflexion du calorique. . . . . *ibid.*
Causes qui modifient la chaleur solaire immédiate. 403
Chaleur intérieure du globe. Feu central. . . 404

Élévation du terrain. 405
Exposition générale et locale. Effets de l'exposition. . . . . *ibid.*
Effets de la marche du soleil. 406
Expositions occidentales et orientales. . . . *ibid.*
Exposition la plus chaude. 407
Parallèle des expositions avec la pointe du jour. *ibid.*
Position des montagnes. 408
Abri donné par les forêts. . . . . *ibid.*
Effet de l'absence des montagnes. 409
Température des vallées. . . . . *ibid.*
Vallées malsaines. Crétins, etc. 410
Effets du voisinage de la mer. 411
Influence de la nature du sol. . . . . *ibid.*
Effet des marécages. 412
Divers aspects du ciel. . . . . *ibid.*
Influence des travaux de l'homme. 413
Inconvéniens des pays nouveaux. . . . . *ibid.*
Influence des vents régnans. 414
Principes généraux sur la nature des vents. . . *ibid.*
Conséquences de ces principes. 415
Diminution de la chaleur vers l'Orient. . . . 416
Côtes orientales et occidentales dans la zone torride. . . . . *ibid.*
Examen des climats d'Hippocrate. 417
Climat méridional. . . . . *ibid.*
Exemples locaux de ce climat. 418
Exemples contraires. 419
Climat septentrional. Climat oriental. . . . *ibid.*
Climat occidental. Objections. 420
Exemples locaux. 421
Principes de classification des climats. . . . *ibid.*
Climat chaud et sec, chaud et humide, froid et sec, froid et humide. 422
Modifications de ces climats. 423
Température de la zone torride. 424
Différence des régions équatoréales et tropiques. 425
Été de la zone torride. . . . . *ibid.*
Saisons de la zone tempérée. 426
Climats les plus tempérés. . . . . *ibid.*
Saisons de la zone glaciale. 427
Sur le plus grand froid de l'atmosphère australe. 428
Diverses opinions. . . . . *ibid.*
Causes de ce phénomène. 429
Quantité des glaces polaires australes. 430
Si la température générale du globe change. . *ibid.*
Équilibre stable du système planétaire. . . . 431

LIVRE QUARANTIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Des Révolutions arrivées à la surface du Globe.* 432

Vues générales. Deux classes de révolutions terrestres. . . . . *ibid.*
Confusion des faits supposés et des faits prouvés. 433
Causes qui changent la surface de la terre. . . *ibid.*
Décomposition par l'air et les météores. . . . 434
Extension des sables mouvans. . . . . *ibid.*
Travaux de l'homme. 435
Changemens dus aux végétaux. . . . . *ibid.*
Éboulemens et renversemens de montagnes. . 436
Affaissement général du globe. 437
Éboulemens par excavation. . . . . *ibid.*
Origine des forêts souterraines. 438
Lacs formés par écroulemens. 439
Terrains suspendus sur des lacs. 440
Montagnes sans cohérence. 441
Effets du froid. Squelettes de montagnes. . . *ibid.*
Effets combinés de ces causes. 442
Terrains qui glissent. 443
Effets des éboulemens. 444
Si l'on peut prévenir ou prévoir les éboulemens? 445
Effets des eaux courantes. . . . . *ibid.*
Excavation dans les rochers par l'eau. . . . 446
Entonnoirs. . . . . *ibid.*
Chaudières de géans. 447
Dessèchement des lacs. . . . . *ibid.*
Débâcles des lacs encombrés. 448
Les eaux de la mer diminuent-elles? . . . 449
Manière dont la mer opère des changemens. . 450
Changemens dans la Méditerranée orientale. . *ibid.*
Changemens dans le golfe de Venise. 451
Changemens dans la Méditerranée occidentale. . 452
Changemens dans l'Océan Atlantique. 453
Changemens sur les côtes de Hollande. . . . *ibid.*
Changemens sur les côtes danoises. 454
Diminution de la Baltique, argumens physiques. 455
Argumens historiques. 456
Cartes du moyen-âge. . . . . *ibid.*
Diminution de la Baltique par les défrichemens. 457
Changemens locaux. Exemple. 458
Effets de la gelée. . . . . *ibid.*
Observations sur l'Amérique septentrionale. . . 459
Conclusion générale. . . . . *ibid.*

Remarque sur les restes d'anciens navires. . . 460
Volcans. Description des éruptions volcaniques. *ibid.*
Ravages causés par les laves. 461
Géographie des volcans. 462
Grande chaîne volcanique du globe. . . . *ibid.*
Volcans de la mer des Indes. 463
Volcans d'Europe. . . . . *ibid.*
Volcans de l'Océan Atlantique. 464
Volcans épars. 465
Résultats généraux. . . . . *ibid.*
Origine du feu volcanique. 466
Tremblemens de terre. 467
Tableau de leurs effets. . . . . *ibid.*
Mort de la comtesse de Spastara. 468
Présage des tremblemens de terre. . . . . *ibid.*
Direction des tremblemens. 469
Généralité de ce phénomène. . . . . *ibid.*
Tremblemens de la mer. 470
Causes des tremblemens de terre. . . . . *ibid.*
Sur le soulèvement des terrains. 471
Des îles nouvelles volcaniques. 472
Eruptions boueuses. . . . . *ibid.*
Les salses. 473
Montagnes croissantes. . . . . *ibid.*
Conclusion. 474

LIVRE QUARANTE-UNIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. Aperçu des Systèmes géologiques ou des Opinions sur la formation du Globe.* 475

But de la géologie. . . . . *ibid.*
Insuffisance des observations géologiques. . . 476
Valeurs des hypothèses en géologie. . . . . *ibid.*
Abus de la physique et de la chimie. 477
Rapports de la géologie avec la mécanique céleste. 478
Systèmes de géologie. . . . . *ibid.*
Les vulcanistes. . . . . *ibid.*
Les neptunistes. 479
Idées des Égyptiens, des Chaldéens et des Hébreux. *ibid.*
Tradition mosaïque. 480
Vulcanistes d'Asie. 481
Systèmes neptuniens des Grecs. . . . . *ibid.*
S'il y a eu des vulcanistes purs en Grèce. . . 482
Philosophie des atomes. . . . . *ibid.*
Système d'Anaximènes. 483
Système de l'élément des lacs. . . . . *ibid.*
Déluges de Deucalion et d'Ogygès. 484

Hypothèse du desséchement de la mer, et autres. 484
Idées de Palissy, de Stenon, de Burnet. . . . 485
Descartes Leibnitz. 486
Système de Whiston. . . . . *ibid.*
Système de Woodward. 487
Tournefort, Scheuchzer, Fontenelle. . . . 488
Idées de Ray, de Look, de Lazaro Moro. . . *ibid.*
Système de Raspe. 489
Système de Buffon. . . . . *ibid.*
Géologie moderne. 490
Théorie de Deluc. . . . . *ibid.*
Explication du déluge universel. 491
Idées de Saussure, de Werner, de Pallas. . . 492
Théorie de Delamétherie. 493
Conjectures de Dolomieu. . . . . *ibid.*
Système de Hutton et de Playfair. 494
Hypothèse de Franklin. 495
Nouvelle hypothèse. . . . . *ibid.*

LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme le séjour des êtres organiques.* PREMIÈRE SECTION : *De la Distribution géographique des végétaux.* 496

Vues générales. . . . . *ibid.*
Influence de la température sur les végétaux. . 497
Jusqu'à quel point les plantes bravent le froid. . 498
Plantes qui croissent dans les eaux chaudes. . *ibid.*
Humidité nécessaire aux végétaux. 499
Pression de l'atmosphère. . . . . *ibid.*
Nature chimique du sol. . . . . *ibid.*
Terres qui abondent dans les plantes. 500
Extension de la végétation. 501
Marche progressive de la végétation. 502
Epoques dans la propagation des plantes. . . 503
Centres primitifs de la végétation. . . . . *ibid.*
Sur les migrations des plantes. 504
Plantes qui vivent en société. 505
Végétation de la zone glaciale. 506
Végétation de la zone tempérée. 507
Patrie de la vigne. . . . . *ibid.*
Culture des blés et grains. 508
Sur l'aspect général de la zone tempérée chaude. *ibid.*
Végétation de la zone torride. 509
Aspect de la végétation dans la zone torride. . 510
Sur la zone tempérée australe. 511

LIVRE QUARANTE-TROISIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme le séjour des êtres organiques.*

DEUXIÈME SECTION : *De la distribution géographique des Animaux.* 512

Vues générales. Génération spontanée. . . . *ibid.*
Zoophites. Mers de corail. . . . . *ibid.*
Remarques sur les polypes. 513
Sur les mollusques et les coquillages. . . . 515
Distribution géographique des insectes. . . . 515
Pays rendus inhabitables par des insectes. . . 516
Sur les poissons. . . . . *ibid.*
Sur les stations de quelques poissons. . . . 517
Migrations des poissons. 518
Poissons d'eaux douces. 519
Poissons dans des localités singulières. . . . *ibid.*
Cétacés, phoques, etc. . . . . *ibid.*
Distribution géographique des cétacés. . . . 520
Remarques sur les reptiles. . . . . *ibid.*
Vues géographiques sur les oiseaux. 521
Oiseaux de la zone torride. . . . . *ibid.*
Oiseaux de la zone tempérée. Migrations annuelles. 522
Oiseaux de la zone glaciale. Oiseaux maritimes. *ibid.*
Quadrupèdes. Leurs migrations. 523
Animaux généralement répandus. 524
Le chien, le bœuf, le mouton. . . . . *ibid.*
Le cheval; trois races de chevaux. Race Persanne. 525
Race mongole ou Scythe. Race Arabe ou Africaine. 526
L'âne. . . . . *ibid.*
Le cochon. Ses rapports avec l'histoire de l'homme. 527
Le chat; le renard. . . . . *ibid.*
Le lièvre. L'écureuil, le lapin, le cerf. . . . 528
S'il y a des cerfs en Afrique. 529
Ours communs. Petits quadrupèdes. . . . . *ibid.*
Quadrupèdes répandus dans l'hémisphère boréal. Renne. 530
Ours blanc ou polaire. 531
Isatis, ou renard polaire. Loutre, castor. . . *ibid.*
Marte. 532
Lynx, ou loup-cervier. Élan, écureuils, marmottes, etc. . . . . *ibid.*
Quadrupèdes propres à l'ancien continent. . . 533

Chameau à deux bosses. Chameau à une bosse. 533
Gazelle, antelope, chakal, etc. 534
Buffle. Bœuf grognant. Buffle de Cafrerie. . 535
Quadrupèdes de la zone torride de l'ancien continent. Singes. . . . . *ibid.*
Régions de divers singes. Giraffe; Zebra. . . 536
Rhinocéros à une et à deux cornes. . . . . *ibid.*
Hippopotame. Eléphans d'Asie et d'Afrique. Lion. 537
Tigre. Panthère. Léopard. Once. 538
Résultat sur les animaux de l'ancien continent. *ibid.*
Quadrupèdes du Nouveau-Monde. 539
Quadrupèdes de l'Amérique septentrionale. . . *ibid.*
Bisons. Bœuf musqué. 540
Quadrupèdes de l'Amérique méridionale. . . *ibid.*
Lama. Vigogne. Tapir. Fourmillier. Agoutis, etc. Sapajous. Sagouins, etc. 541
Sur la petite taille des animaux d'Amérique. . *ibid.*
Caractère de la zoologie de l'Amérique méridionale. 542
Quadrupèdes des terres océaniques. . . . . *ibid.*
Kangourou. Wombat, etc. 543
Cerf-cochon. Ourang-outang, etc. . . . . *ibid.*

LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME. — *Suite de la Théorie de la Géographie. De la Terre, considérée comme demeure des êtres organiques.* TROISIÈME SECTION : *De l'Homme physique.* . . 544

Dignité de l'homme. . . . . *ibid.*
Effets de notre organisation. 545
Unité de l'espèce humaine. . . . . *ibid.*
Différences des variétés de l'espèce. 546
Causes des différences de stature. . . . . *ibid.*
Physionomie artificielle. 547
Causes des variétés des couleurs. . . . . *ibid.*
Difficulté au sujet de la couleur. 548
Variétés des cheveux. . . . . *ibid.*
Leur cause chez l'Européen. Influence de la civilisation. 549
Variétés de la forme du crâne. . . . . *ibid.*
Cause générale. Causes artificielles. 550
Peuples qui se déforment le crâne. 551
Si ces formes deviennent héréditaires?. . . . 552
Variétés de diverses parties du corps. . . . *ibid.*
Variétés dans la proportion des pieds et des bras. 553
Divers degrés de force. . . . . *ibid.*

Cinq variétés principales. 554
Variété centrale de l'ancien continent. . . . *ibid.*
Variété orientale de l'ancien continent. . . . *ibid.*
Variété américaine. 555
Variété des terres océaniques. 556
Variété nègre. 557
Trois sous-variétés de nègres. . . . . *ibid.*
Hottentots. 558
Extension géographique de l'espèce humaine. . *ibid.*
Chaleur et froid supportés par l'homme. . . *ibid.*
Sur la faculté de s'acclimater. 559
Population de l'Asie, de l'Océanique, de l'Afrique. 560
Population de l'Amérique. 561
Résumé général. . . . . *ibid.*
Rapports numériques des décès selon l'âge. . 562
Mêmes rapports selon le sexe, le climat, etc. . 563
Mortalité des villes et des campagnes. . . . *ibid.*
Causes de longévité. 564
Influence de la manière de vivre. 565
Excédant des naissances sur les décès. . . . *ibid.*
Causes physiques qui font multiplier l'espèce. . 566
Saisons génitales. . . . . *ibid.*
Causes politiques et morales qui font multiplier l'espèce. 567
De la polygamie et du divorce. . . . . *ibid.*
Pays agricoles et pays vignobles. 568
Epoque de la puberté. . . . . *ibid.*
Exemples des variations à cet égard. 569
Résultat général. 570
Rapports numériques des naissances et des décès. *ibid.*
Table de la multiplication de l'espèce. . . . 571
Rapports des naissances et des décès à un temps donné. 572
Rapports entre les nombres des deux sexes. . . *ibid.*
S'il naît plus de filles dans l'Orient ?. . . . 573
Rapports généraux des sexes, âges, états, etc. 574

LIVRE QUARANTE-CINQUIÈME. — *Suite et fin de la Théorie générale de la Géographie. De l'Homme, considéré comme être moral et politique*, ou : *Principes de Géographie Politique.* 575

Géographie politique. . . . . *ibid.*
Langage articulé et raisonné. . . . . *ibid.*
Langues primitives. Langues-mères. 576
Familles de langues. . . . . *ibid.*
Divers caractères de langues. 577

Familles des langues indo-germaniques. . . 577
Le sanscrit, le dewanagara, etc. Le zend, le pelhwi. 578
Langues grecques. Langues slavonnes. Langues germaniques. . . . . *ibid.*
Famille des langues celtiques. Langue basque. Langue pelasge, illyrienne, etc. Langues mixtes. Famille des langues scythico-sarmatiques. Le lithuanien. . 579
Langues caucasiennes. Langues araméennes. L'arabe. L'hébreu. Le phénicien. 580
Sur la dénomination de langues sémitiques. . *ibid.*
Famille des langues monosyllabiques. . . . 581
Langues turques et tartares. Langue mongole, mantchoue, etc. . . . . *ibid.*
Famille des langues malaies. . . . . *ibid.*
Langues tagalique, taïtienne, etc. Usage singulier. 582
Langues nègres. Langue brébère. Langue copte. *ibid.*
Langues caffres. Le hottentot. Influence des organes sur les langues. 583
Langues américaines. Langue toultèque, aztèque, etc. L'iroquois, l'algonquin, etc. Langue caraïbe. Langue des Incas. Langue guarane. 584
Religions et cultes. Fétichisme. Sabéisme. . . 585
Panthéisme, Dualisme, etc. Polythéisme. Polythéisme égyptien ou Zoomorphisme. Polythéisme grec ou Antropomorphisme. 586
Polythéisme des Bramins, ou Théomorphisme. Schamanisme. Buddisme. Monothéisme. . . . 587
Religion des Mages. Religion des Slavons. Odinisme. Judaïsme. Christianisme. 588
Eglise grecque. Eglise latine. Catholicisme. Protestantisme. 589
Sectes, ou petites églises chrétiennes. Mahométisme. 590
Sunnites. Schiites. Nombre des individus de chaque religion. 591
Société domestique. Société civile. Société politique. Etats ou républiques. 592
Suprême pouvoir. Formes de gouvernement. . 593
Démocratie. . . . . *ibid.*
Aristocratie. Monarchie démocratique. . . . 594
Monarchie aristocratique. Monarchie absolue. . 595
Ochlocratie. Oligarchie. Démagogie. Despotisme. 596
Théocratie. Système fédératif. 597
Origine des classes sociales. . . . . *ibid.*
Classe productive. Classe industrielle. . . . 598
Classe commerciale. Classes des employés publics, des mercenaires. 599

Castes. 599
Ordres d'Etats. 600
Titres des chefs des Etats. Armes. 601
Forces de l'Etat. Valeur du territoire. . . . *ibid.*
Industrie, commerce, manufactures. . . . 602
Population. Recensemens. . . . . *ibid.*
Rapport de la population à l'étendue du territoire. 603
Revenus de l'Etat. . . . . *ibid.*
Dettes de l'Etat. 604
Force armée. . . . . *ibid.*
Forces de terre. 605
Marine militaire. Flotte et flottille. . . . *ibid.*
Relations extérieures. 606
Etat moral. . . . . *ibid.*
Habillemens. Parures. . . . . *ibid.*
Habitations. . . . . *ibid.*
Villes, bourgs, villages. 607
Ustensiles et instrumens. . . . . *ibid.*
Nourriture. . . . . *ibid.*
Anthropophagie. 608
Boissons. . . . . *ibid.*
Usages. Lois civiles. Lumières. Classes des nations. 609
Sauvages. . . . . *ibid.*
Barbares, ou demi-civilisés. Peuples civilisés. . 610
Caractère. S'il dépend du climat. . . . . *ibid.*
Nature du pays. Son influence. 611
Peuples montagnards. . . . . *ibid.*
Peuples habitans des plaines. Nomades. Pêcheurs. Agriculteurs. 612
Peuples demeurant dans les forêts. . . . . *ibid.*
Peuples chasseurs. Premières divisions géographiques. 613
Peuples maritimes. . . . . *ibid.*
Caractère des peuples insulaires. Influence de la navigation. 614
Civilisation répandue autour de la Méditerranée. 615
Civilisation répandue autour de l'Océan Atlantiq. 616
Vues sur le grand Océan. . . . . *ibid.*

TABLEAUX.

Tableau synoptique du Système planétaire. . . 618
Tableau des Climats. 620
Tableau du Décroissement des Degrés de Longitude, graduation ancienne ou nonagésimale, la Terre étant supposée sphérique. 621

Tableau du Décroissement des Degrés de Longitude, graduation nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée sphérique. 622
Tableau du Décroissement des Degrés de Longitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de $\frac{1}{335}$. . . . 623
Tableau du Décroissement des Degrés de Latitude, mesure nouvelle ou centésimale, la Terre étant supposée un sphéroïde aplati de $\frac{1}{335}$. 624
Tableau comparatif des Mesures linéaires, *dites* Pieds courans. 625
Tableau comparatif des Mesures agraires des principaux Etats de l'Europe, exprimées en anciens pieds-de-roi carrés, et comparées à l'ancien arpent d'ordonnance, *dit* des Eaux et Forêts, et à l'hectare des nouvelles Mesures agraires de France. . 626
Tableau comparatif des Mesures itinéraires et topographiques, considérées 1° comme mesures de distance dans leurs rapports au degré (nonagésimal) de l'équateur à la lieue géographique de France de 25 au degré, et au kilomètre; 2° comme mesures d'étendue superficielle dans leurs rapports aux lieues géographiques d'Allemagne (de 15 au degré) carrées; de France (de 25 au degré) carrée, et au kilomètre carré. 628
Tableaux des Mesures des anciens. 632
Tableau comparatif des principaux Vents. . . 634

FIN DE LA TABLE DU TOME SECOND.

DE L'IMPRIMERIE DE Mme Ve JEUNEHOMME,
RUE HAUTEFEUILLE, No. 20.

CORRECTION ESSENTIELLE.

Au moment où l'on composait la Table des Matières, on s'est aperçu que dans le numéro des Livres, celui du XXXIXe a été répété deux fois. Cette erreur, qui n'influe en rien sur la clarté du Texte, s'est propagée de Livre en Livre jusqu'à la fin du Volume. S'il eût été possible de remédier à cette erreur, même par un grand nombre de Cartons, on l'eût fait; mais dans l'impossibilité de rétablir cette numération répétée au haut des pages, on prie le Lecteur de faire attention aux Corrections suivantes :

Page 432, ligne 1 : LIVRE TRENTE-NEUVIÈME, *lisez* LIVRE QUARANTIÈME.

Ibid, ligne 3 : effacez ces mots : *Des Systèmes géologiques.*

475, ligne 1 : LIVRE QUARANTIÈME., *lisez* LIVRE QUARANTE-UNIÈME.

496, ligne 1 : LIVRE QUARANTE-UNIÈME, *lisez* LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME.

512, ligne 1 : LIVRE QUARANTE-DEUXIÈME, *lisez* LIVRE QUARANTE-TROISIÈME.

544, ligne 1 : LIVRE QUARANTE-TROISIÈME, *lisez* LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME.

575, ligne 1 : LIVRE QUARANTE-QUATRIÈME, *lisez* LIVRE QUARANTE-CINQUIÈME.

ERRATA.

Page 12, ligne 9 : *fig.* 3, *lisez* fig. 5.
13, 26 : PL*p'*, *lisez* PL*p*.
35, 21 : BCD, *fig.* 2, *lisez boa*, *fig.* 1.
76, 8 : EGJ, *lisez* EGJ*i*.
Ibid. 9 : HJK, *lisez* HJK*i*.
78, 23 : fig. 8, *lisez* fig. 6.
86, 7 d'en bas : *Blauw*, *lisez Blaeuw*.
160, 8 : figure déterminée, *lisez* figure régulière.
168, 8 d'en bas : Nargun, *lisez* Narym.
172, 8, après escarpemens, *rayez le mot* subits.
189, 20 : mérite d'être, *lisez* a besoin d'être.
204, 15 : rubis balai, *lisez* rubis balais.
248, 24 : l'alinéa du Tableau, lignes 24, 26, *doit être lu de cette manière :*

B. SUBSTANCES ASSOCIÉES (réunies d'après des lois mécaniques ou d'après des lois chimiques ou physiques, spéciales et accidentelles).

249, 24 : politure, *lisez* polissure.
273, *à la note*, Monge, *lisez* Monger.
286, *note* 2 : Burg-Tonnus, *lisez* Burg-Tonna.
344, ligne 12 : marée arrivée, *lisez* arrive.

Page 347, ligne 8 : Corrientès, *lisez* Corrientes.
390, 2 : Babel-, *lisez* Bab-el-.
448, 31 : sur la plaine de Crau en Dauphiné, *lisez* dans la plaine de Crau et en Dauphiné.
475, 9 : existe autour, *lisez* existe.
482, *à l'addition marginale* : volcanistes, *lisez* vulcanistes. (Cette faute ne s'est glissée que dans quelques exemplaires.)
488, 12 : qu'il y a cer-, *lisez* qu'il a cer-
493, 15 : résultas, *lisez* résultats.
Ibid., *à la première ligne de l'addition*, théroie, *lisez* théorie.
537, ligne 32 : dans les monts Gates, *lisez* sur les monts Gates.
540, 26 : qu'il il y a, *lisez* qu'il y a.
542, 13 : d'un temps, *lisez* de temps.
543, 8 : commu, *lisez* commun. (Cette faute ne s'est glissée que dans quelques exemplaires.
560, 2 : l'Asie à, *lisez* l'Asie a.
576, 20 : qui étaient, *lisez* qui en étaient.
589, *à la 3e addition*, chatolicisme, *lisez* catholicisme.

LIVRES qui se trouvent chez le même Libraire.

DES ERREURS ET DES PRÉJUGÉS répandus dans la Société; par *J. B. Salgues*. Un vol. in-8°. Prix, 6 fr. broché, et 7 fr. 75 cent. franc de port par la Poste.

VOCABULAIRE PORTATIF *d'Agriculture, d'Économie rurale et domestique, de Médecine, de Chimie, de Chasse, de Pêche*, et des autres Sciences ou arts qui ont rapport à la Culture des terres et à l'économie; dans lequel se trouve l'explication claire et précise de tous les termes qui ne sont pas d'un usage ordinaire, et qui sont employés dans les livres modernes d'Agriculture et dans d'autres livres. Ouvrage utile aux Cultivateurs, aux Habitans de la campagne, et à tous ceux qui n'ont pas fait une étude particulière des sciences et des arts. Par MM. *Sonnini, Veillard et Chevalier*, collaborateurs du Nouveau Cours complet, ou Dictionnaire universel d'Agriculture Pratique de l'abbé *Rozier*. Un vol. in-8°, imprimé sur caractère de petit-romain, très-grand format. Prix, 6 fr. broché, pris à Paris, et 7 fr. 50 cent., *franc de port*, par la poste.

CORRESPONDANCE SUR LA CONSERVATION ET L'AMÉLIORATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES : Observations nouvelles sur les Moyens les plus avantageux de les employer, de les entretenir en santé, de les multiplier, de perfectionner leurs Races, de les traiter dans leurs Maladies; en un mot, d'en tirer le parti le plus utile aux Propriétaires et à la Société. Avec les Applications les plus directes à l'Agriculture, au

Commerce, à la Cavalerie, aux Manéges, aux Haras et à l'Économie Domestique; recueillies et publiées par M. *Fromage de Feugré*, Vétérinaire en Chef de la Gendarmerie de la Garde de S. M. l'Empereur et Roi, Membre de la Légion d'Honneur, ancien Professeur à l'École Vétérinaire d'Alfort.

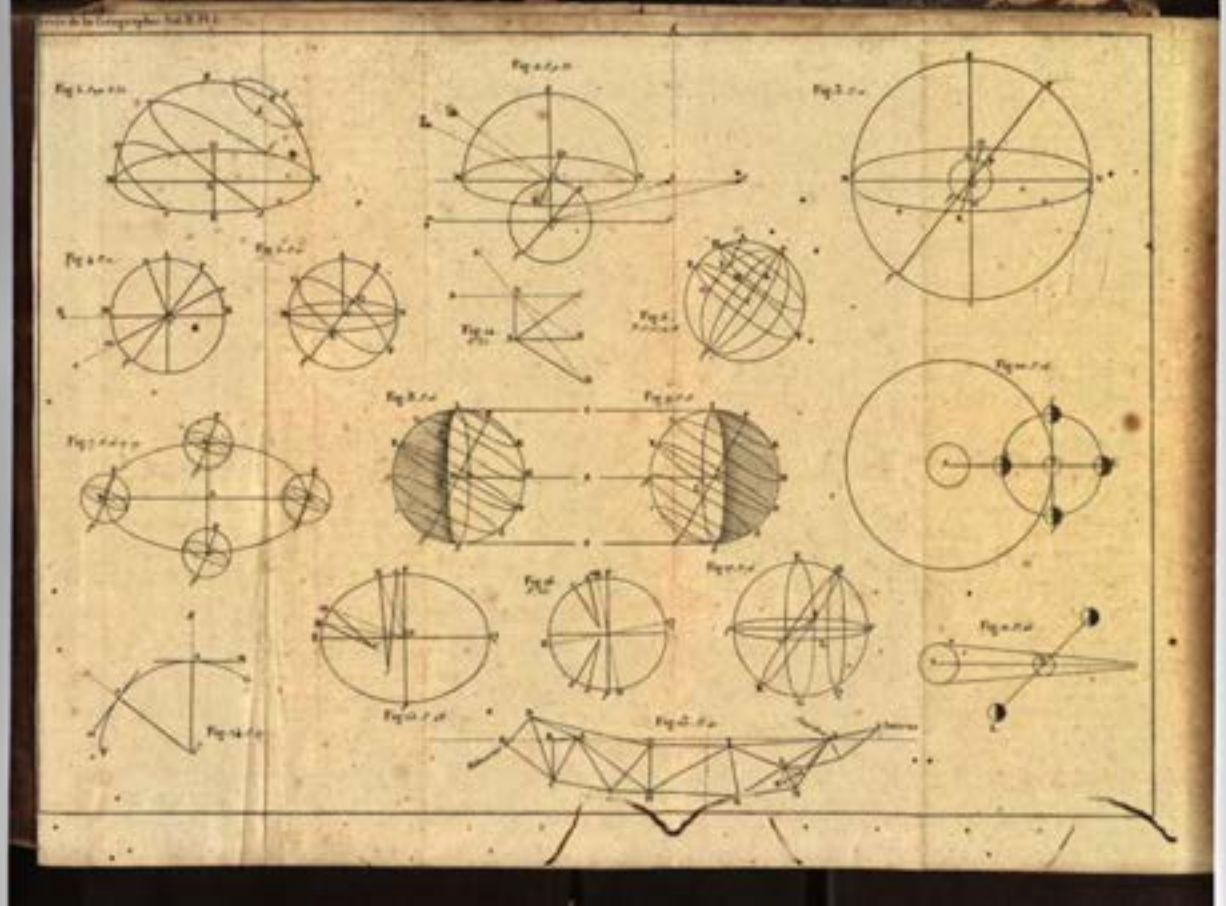
Le Prix de la Souscription pour l'année est de huit francs pour douze Cahiers avec des gravures, que l'on recevra *franc de port* par la Poste dans tous les Départemens.

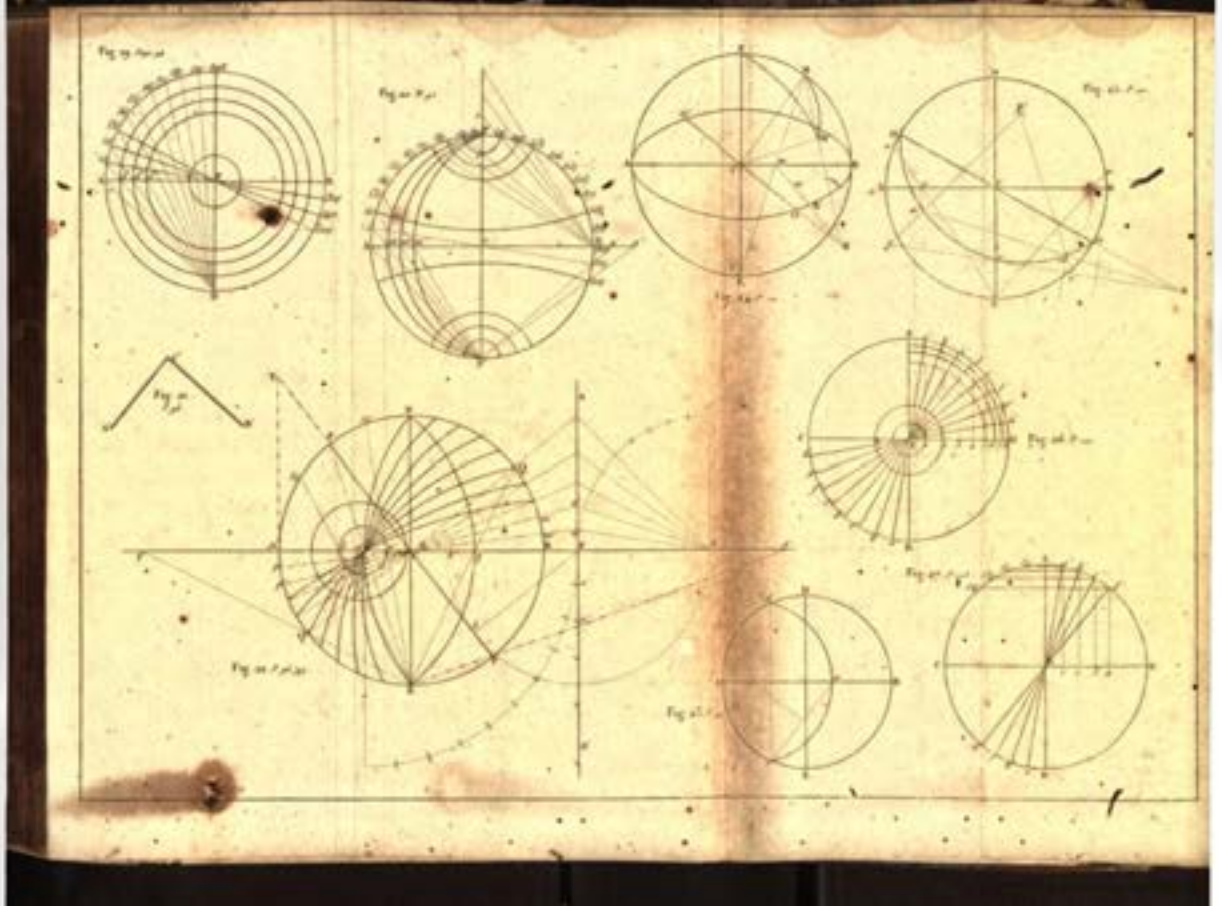
TRAITÉ DES ASCLÉPIADES, particulièrement de celle de Syrie; précédé d'observations nouvelles sur la culture du coton en France; brochure in-8°, avec deux planches gravées en taille-douce, format in-4°, et coloriées. Prix, 3 fr. broché, pris à Paris, et 3 fr. 50 c. *franc de port.*

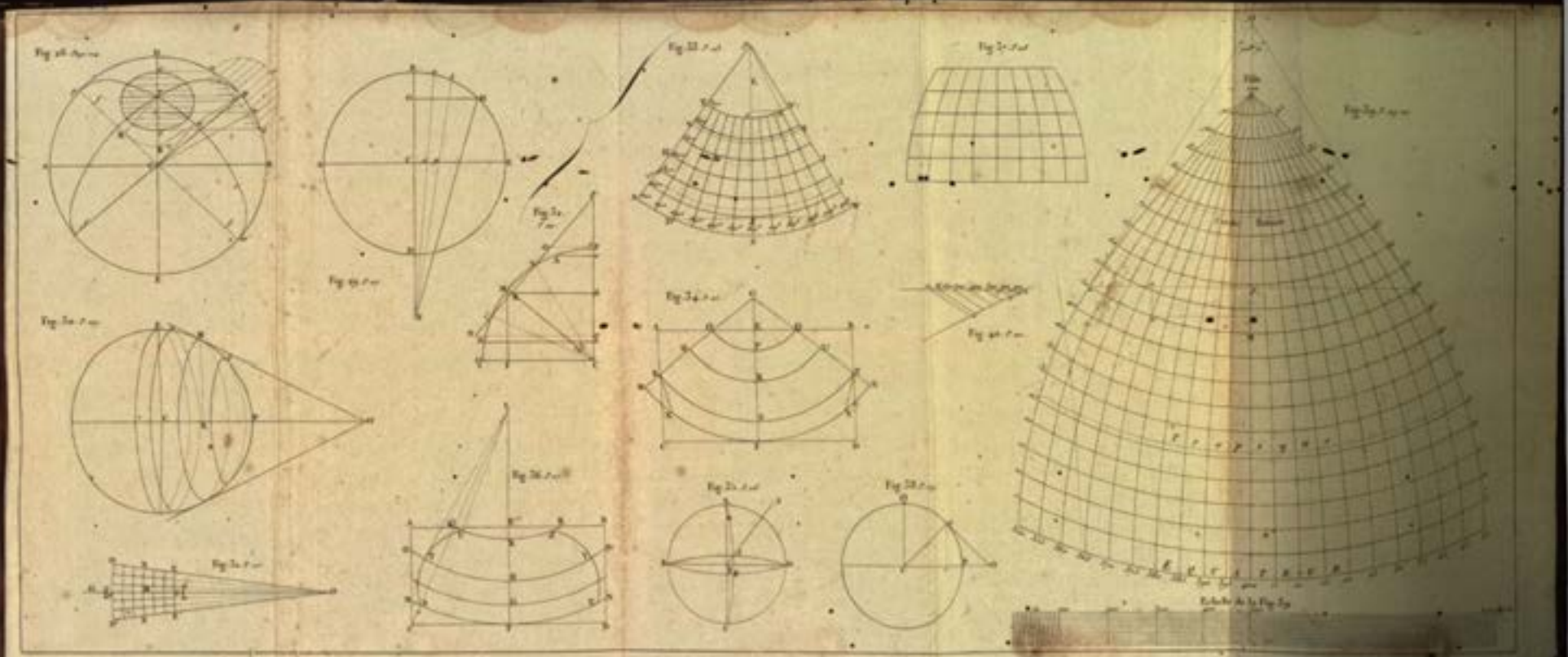
MANUEL GÉOGRAPHIQUE ET STATISTIQUE DE L'ESPAGNE ET DU PORTUGAL, où l'on trouve des Notions exactes sur l'Étendue, le Sol, le Climat, les Productions et la Population de ces Pays; sur le Caractère et les Mœurs de leurs Habitans; sur le Gouvernement, les Finances, les Forces de Terre et de Mer, les Manufactures, le Commerce, l'Industrie, et l'état des Sciences, Arts, etc., etc. Un volume in-8° de 535 pages, avec une Carte coloriée de l'Espagne et du Portugal. Prix, 7 francs broché, et 8 fr. 75 cent. par la poste, *franc de port.*

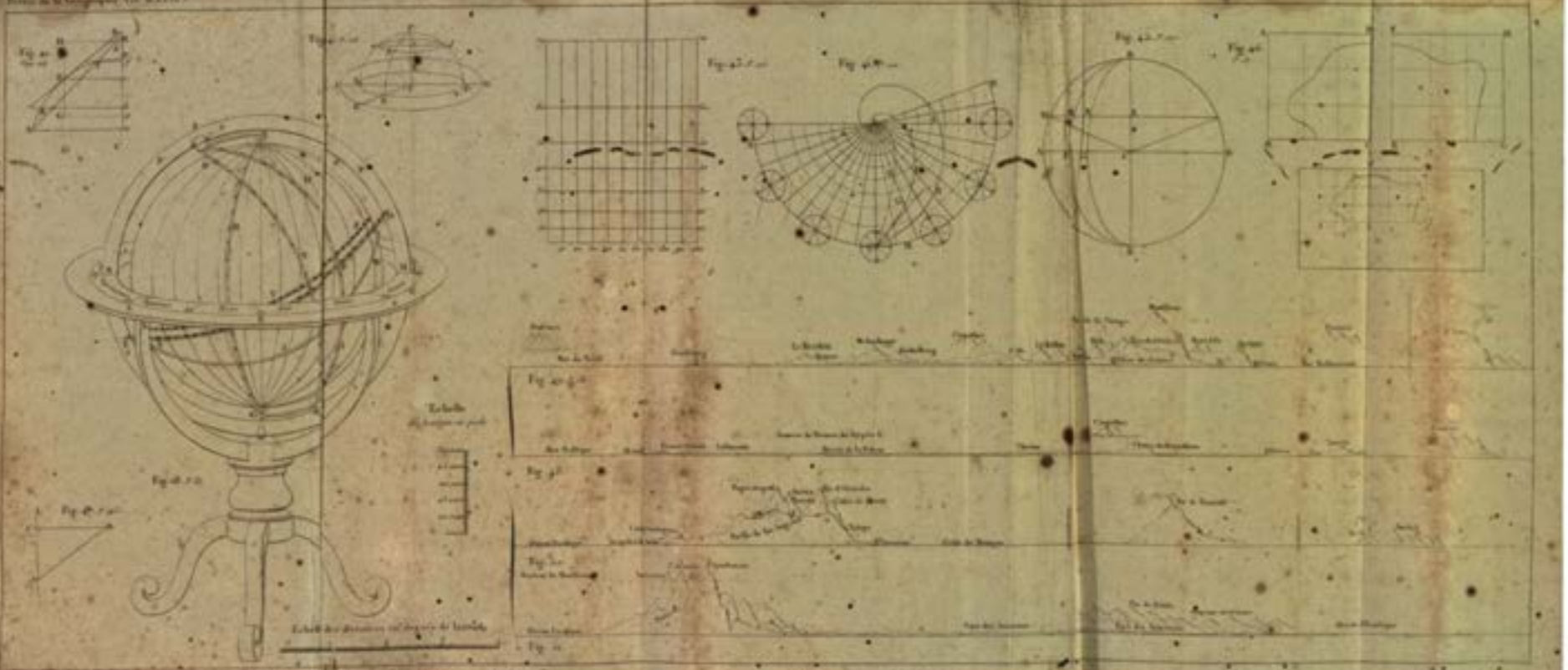
TRAITÉ-PRATIQUE *de toutes espèces de Conventions, Contrats, Obligations et Engagemens qu'il est permis de passer sous Seings privés;* avec les Formules de chacun des Actes qui les constituent, des Instructions sur ceux qui ne peuvent être passés que par-devant Notaires, tels que les *Donations, Contrats de Mariages;* et des Notes qui expliquent les Termes de Lois peu usités. Terminé par deux Tables, l'une des Matières, l'autre Alphabétique raisonnée. Ouvrage utile à toutes les Personnes qui veulent gérer ou conduire elles-mêmes leurs propres Affaires. Par *A. G. Daubanton*, ex-Juge de Paix de Paris, etc.; SECONDE ÉDITION, revue, corrigée et augmentée d'après le Code du Commerce; 2 vol. *in*-12. Prix, 6 fr. broché, et 7 fr. 50 c. *franc de port.*

ŒUVRES DE M. LAGRETELLE aîné, ci-devant Avocat au Parlement de Paris; Membre de l'Institut National de France (Classe de la Littérature Française): OUVRAGES JUDICIAIRES, faisant Suite aux Ouvrages de Littérature et de Philosophie de l'Auteur; 2 vol. in-8°. Prix, 10 fr. br., et 12 fr. 50 cent., *franc de port.*









00084332

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 28 September, 2015